

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

DIRETTORI

C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G. MENEGHINI

COLLABORATORI

S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA
G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI
P. E P. SAVI, Q. SELLA, C. STUDIATI

COLLABORATORE E REVISORE

A. FORTI

Tomo XIII

GENNAJO E FEBBRAJO

(Pubblicato il 15 Marzo 1861)

1861

TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
F. PIERACCINI

INDICE

MEMORIE ORIGINALI

TRADUZIONI ED ESTRATTI

IL NUOVO CIMENTO

ANNO VII.



IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

DIRETTORI

C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G. MENEGHINI

COLLABORATORI

S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA
G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI
P. E P. SAVI, Q. SELLA, C. STUDIATI.

COLLABORATORE E REVISORE

A. FORTI

Tomo XIII.

1861

TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
F. PIERACCINI

DESCRIZIONE DELL' OSSERVATORIO MAGNETICO DEL COLLEGIO ROMANO, E SUNTO DELLE OSSERVAZIONI FATTE NEL 1859 E 1860; DEL P. A. SECCHI.

INTRODUZIONE

L'origine e le leggi delle variazioni periodiche del magnetismo terrestre formano un ramo di scienza che ha sempre stimolato chiunque ha contemplato e studiato la natura nelle più generali espressioni delle sue forze, e nella mutua concatenazione che regna ne' suoi più grandiosi fenomeni. È la virtù magnetica così speciale nel suo carattere, e insieme così generale nella sua azione; essa opera sì furtivamente dai nostri sensi, che imita quasi l' azione dello spirito sulla materia, e perciò è sommamente opportuna a eccitare la nostra curiosità: e *spirito* la dissero realmente gli antichi, i quali non la conobbero che in pochi ed incompleti fenomeni (1): ma se la guardiamo coi lumi della moderna scienza che ce la mostrano come una di quelle manifestazioni che caratterizzano l' universale azione degli agenti detti imponderabili, essa acquista una ben maggiore importanza, e strettamente si collega con quella che può dirsi vita della natura materiale. Il magnetismo rimase un fenomeno isolato dal resto degli agenti naturali fino alla grande sco-

(1) Aristoteles, *de Anima* l. 2.

perta di Oersted, e ai lavori immortali di Ampére che lo identificarono colla elettricità: le odierne sentenze sulla relazione mutua delle forze fisiche si spingono ancora più innanzi e tendendo a identificare l'elettricità col calorico, mostrano sempre più la parte immensa che l'agente magnetico prende nei fenomeni della natura. Considerato più ristrettamente nelle sue manifestazioni proprie del globo terrestre, esso ormai ha preso posto tra i fenomeni cosmici, e si rivela come una forza non più esclusivamente operante sul nostro pianeta. Se non è ancor giunta l'ora da comprendere il vero suo modo di agire, può dirsi però che le tante odierne scoperte sull'elettro-magnetismo ci avvertono esser questa un'epoca opportuna da ritornare all'assalto, per istrappare alla natura il grande segreto.

Spinto io pertanto dal desiderio di conoscere almeno qualche cosa sulla indole di quelle variabilità che la forza magnetica terrestre presenta da un giorno all'altro e da un'ora all'altra, nelle quali risieder deve la chiave di questo misterioso agente, cercai le sue leggi nelle fonti più originali e copiose de' molti e grandi lavori fatti all'epoca nostra, con una vastità di studii che non ha pari in altro ramo di scienza, mediante il potente aiuto di ricchi governi; e riuscii ad ordinare sotto alcuni capi una immensa ricchezza di veri, che raccolti da principio per mia istruzione, portami occasione, pubblicai in un primo saggio nel 1854 (1).

Questo lavoro venne sì favorevolmente accolto dai fisici che ciò mi fu stimolo ad estenderlo e a continuarne lo studio (2). Presto però mi accorsi che a toglier molti dubbi e a penetrar convenientemente addentro nel soggetto non bastava discutere le osservazioni altrui, ma che bisognava avere a propria disposizione una suppellettile di strumenti completi coi quali farne io stesso una serie continuata, onde acquistare quel possesso nella cognizione del loro andamento che nasce dalla lunga e continuata meditazione di un soggetto, quando la mente vi torna sopra a più riprese studiando e comparando le circostanze

(1) V. *Corrispondenza scientifica di Roma* in Luglio dell'anno sudd.

(2) V. De la Rive *traité de l'électricité* Tom. III. ove è un estratto di que' lavori: item *Bibl. univ.* T. XXVII, pag. 192: XXVII. pag. 139.

tutte che l'accompagnano. Per quanto utili siano i registri pubblicati in tanta copia per esteso su questa materia, è impossibile con essi soltanto farsi una idea di tutte le particolarità concomitanti di fenomeni così complicati, e d'altronde tal paragone è di indispensabile necessità per iscoprire le cause e le relazioni mutue de' fenomeni, nel che consiste la scienza. L'osservatore anche il più preciso che si limiti a notare minutamente tutti i fatti, e la stessa fotografia che registri tutte le minime oscillazioni degli aghi non suppliranno mai all'intelligenza comparatrice del filosofo. Così per esempio come riconoscere la sorgente di una perturbazione magnetica senza osservare lo stato del cielo, e tutte le vicende atmosferiche talora estremamente passeggiere? In somma se qualche cosa vuolsi concludere dalle osservazioni oltre le cifre medie de' fenomeni, è mestieri che l'osservazione venga accompagnata dalla riflessione. Mi confermai sempre più in questo sentimento, quando avendo con tenui mezzi posti a mia disposizione, eretto un magnetometro di Gauss con un eccellente teodolite di Ertel privo di ogni sorta di ferro, vidi la necessità di conoscere le manifestazioni magnetiche in tutta la loro estensione, e non in un solo elemento, quale è la declinazione.

Questa mia persuasione però sarebbe restata senza nessun pratico effetto, se la liberalità del regnante Sommo Pontefice Pio IX non veniva a fornirmi i mezzi necessarii a ridurla all'atto, dando all'osservatorio del Collegio Romano un fornimento completo di strumenti tanto per le determinazioni degli elementi assoluti che delle loro variazioni. A memoria della liberalità sovrana si è messa nella parete che corrisponde sopra il magnetometro verticale questa iscrizione:

PIVS . IX . PONT . MAX.
ANNO . MDCCCLVIII
AEDES . TVRRIS . ASTRORVM . SPECVLATRICIS
LAXAVIT
INSTRVMENTA . AD . VIM . TELLVRIS
MAGNETICAM . EXPLORANDAM
ADTRIBVIT
PER . JOSEPHVM . MILESI . PIRONI . FERETTI
PRAEF . COMM . ET . OP . PVB.

Al nome del Sovrano va qui meritamente congiunto quello del suo Ministro che tanto ha promosso questa istituzione, non solo in Roma ma anche in Ancona, pel servizio che ne potrà trarre la marina, e non minori obbligazioni abbiamo al suo successore Mons. Camillo Amici, che ha continuato a proteggere l'opera incominciata.

Così Roma e l'Italia ebbero finalmente un osservatorio magnetico completo, e fu tolto il disdoro che non si conoscesse con esattezza lo stato del magnetismo terrestre in questa capitale, altro che per casuali osservazioni fatte da viaggiatori per incidenza. Così anche venne riparato all'altra non men vergognosa mancanza di strumenti precisi ed esatti in questa materia costruiti a norma dei moderni progressi della scienza.

Il frutto raccolto da queste spese e dalle non poche fatiche aggiunte allo scarso personale dell'osservatorio, è stato molteplice. 1°. una determinazione degli elementi costanti della forza magnetica nei suoi tre elementi, intensità, declinazione e inclinazione che non erano state determinate da molti anni:

2°. La legge delle variazioni diurne di questi stessi elementi in una stazione che si è riconosciuta preziosa per la mancanza di perturbazioni troppo frequenti.

3°. La rivelazione di una forte perturbazione esercitata sui vicini vulcani estinti de' monti Albani.

4°. Finalmente l'attenzione continua e paziente fatta sull'andamento degli strumenti mi ha fatto conoscere che gran cautela si esige nell'aggruppare assieme le variazioni per trarne ciò che dicesi andamento medio, e ho veduto che esso in questa materia può venire grandemente falsato da tali aggruppamenti, e quindi si rende necessario introdurre alcune modificazioni nell'interpretazione delle leggi enunciate nelle discussioni antecedenti. Così per esempio fondandomi io sui detti medii avea concluso essere il moto quotidiano dell'ago composto di un periodo diurno, e di un altro semidiurno: ma ora vedo esser più esatto il dire, essere il periodo *semplicemente semidiurno, ma che resta o tutto o in parte sospeso durante la notte*, onde si spiega nei medii la parte del periodo diurno. Le ragioni su cui è fondata questa legge importante saranno esposte a

suo luogo, come pure la relazione non dubbia delle vicende meteorologiche su questi cambiamenti.

Oltre alcuni miglioramenti introdotti nei nostri strumenti parte dai costruttori, parte da me stesso, hanno essi il grande vantaggio di essere stati tutti comparati a quelli dell'osservatorio magnetico fondamentale di Kew in Inghilterra, e alcuni sono anche quegli stessi che servirono in uno degli osservatorii coloniali britannici. Per ciò che riguarda la copia delle osservazioni, essa non è tanta quanta noi avremmo desiderato di fare, ma sono le più che si son potute eseguire. Delle serie non interrotte di osservazioni orarie e semiorarie fatte nei solstizi e negli equinozi hanno servito a fissare le ore più importanti de'cambiamenti dell'ago, dette *tropiche* e nelle vicinanze di queste si è concentrato il numero maggiore delle nostre osservazioni. Quindi benchè non siano *orarie* continue, credo però che non mancheranno del principale loro vantaggio che da queste si suole ritrarre. Oltre le ore fisse in numero almeno di sei ogni giorno, si sono fatte le più volte che si è potuto.

Essendo nuove fra noi le ricerche di questo genere e non trovandosi verun opera italiana che riunisca insieme la teoria degli strumenti colla loro pratica, ho creduto dover premettere alle osservazioni stesse un rapido cenno storico sullo sviluppo di questo ramo di scienza, e una breve teoria degli strumenti; giovandomi delle migliori opere pubblicate all'estero e che sono poco conosciute tra di noi. Così ho cercato di fare che il presente lavoro non fosse solo una riunione di cifre, preziosa bensì per la scienza ma sterile per molti, ma che riescisse a dare una idea se non perfetta, il che io non pretendo, nè è possibile fare adeguatamente in questo vastissimo campo, ma almeno tale da mettere i professori al corrente delle nozioni principali in questa modernissima e vasta materia.

Possa esso riuscir grato ai cultori della fisica e corrispondente almeno in parte alla generosità di un Pontefice che in difficili tempi pure seppe trovare da protegger le scienze, non che alla liberalità de' Superiori della nostra Compagnia che mi hanno secondato e aiutato nelle moltissime spese a ciò necessarie.

PARTE PRIMA

Cenni storici, strumenti e metodi di osservazione.

Cap. I.

Cenni storici intorno agli studii fatti fino al presente sulle variazioni periodiche dell'ago magnetico.

Benchè da gran tempo fosse nota la virtù magnetica della terra, e si sapesse che la direzione degli aghi calamitati non coincideva col meridiano geografico, e che questa era diversa da un luogo all'altro, pure non si sospettò della sua variabilità nel medesimo sito che molto tardi. A ciò che riferisce il Muschembroek (1) sembra che il primo ad accorgersi di qualche variabilità diurna nell'ago fosse il P. Gui Tachart missionario nella città di Lowo nel regno di Siam quando per commissione di quel Re si occupò per più giorni consecutivi delle osservazioni di alcuni aghi. Ma non avendo esso notato le ore in cui osservò tali divergenze non può dirsi che scoprisse nessuna di quelle variazioni che diconsi *periodiche*, e che si compiono nel breve periodo di un giorno o di un anno.

La variazione diurna fu realmente scoperta nel 1722 a Londra da Graham celebre artista inglese, che la trovò comparando insieme nelle varie ore del giorno due bussole da sè costruite con ogni diligenza, nelle quali vide che dalle 3 ore pom. alle 6 gli aghi passarono dai 14°.30′ ai 13°.50′ e che variazioni più o meno ampie fecero in altri giorni successivi. Canton studiò tal periodo nel 1756 e si accostò assai a trovarne la legge. Degli studii poco noti, ma assai importanti furono fatti dal P. Asclepi in Roma (2) ad insaputa di quel che era avvenuto altrove. Le principali ricerche sono quelle che egli fece in Collegio Romano nel 1762 in cui istituì con somma diligenza due serie importanti di osservazioni orarie con una bussola di ottima costruzione con ago lungo un piede e leggierissimo. Una serie fu fatta

(1) *Tract. de Magnete*, p. 165.
(2) *Atti dell'Accad. di Siena*, Vol. II. p. 1765.

presso il solstizio di estate, e un'altra in quello dell'inverno seguente.

Le ore di osservazione si estendono dalle 5 ant. fino all'1 dopo mezzanotte del dì seguente, ma però non avendo esso chi l'aiutasse, si vede che fu obbligato a farle in giorni interpolati e non consecutivi. La prima serie abbraccia 25 giorni compresi fra il 10 Maggio e il 3 Agosto. La seconda 21 giorni tra il 3 Novembre e il 24 Febbrajo.

Il periodo diurno fu nettamente dimostrato da queste osservazioni nelle sue fasi principali, e nelle sue ore tropiche (1). Nell'estate trovò che il minimo mattutino è dato alle $7^h.54^m$, il massimo alle 2^h pom.: la variazione diurna 5'.7. Nell'inverno il tempo di massima declinazione lo trovò $1^h.9^m$ pom. ma in questa stagione attese le molte perturbazioni notturne non potè fissare con precisione il minimo e lo credette aver luogo verso le 9 della sera. Questo è vero se s'intenda del minimo assoluto, ma le ricerche posteriori fanno vedere che il minimo relativo delle 8 ant. non manca nè anche in quella stagione ma si perde in mezzo alle perturbazioni, e nel prendere i valori medii. La escursione dell'oscillazione fu trovata 5'.2. La declinazione assoluta determinata da lui fu 16° verso ponente (2). Egli sospettò ancora un periodo annuo, ma non potè occuparsene. Rilevò le perturbazioni dell'ago che furono frequenti nell'epoca invernale delle sue osservazioni, e superiori ad ogni errore possibile, avendogli l'ago variato più di 10' in $\frac{1}{2}$ ora di tempo. Avendo io costruito graficamente la massima parte delle singole giornate, ho rilevato una perfetta simiglianza tra quelle curve e le attuali, specialmente nella stagione estiva, ove

(1) Chiamansi così le ore de' massimi e minimi dell'ago in cui il suo moto *volta* direzione.

(2) L'Asclepi come quasi tutti gli osservatori di Roma, hanno fatto uso perciò della meridiana di S. Maria degli Angeli. Ora il medesimo ci fa pure avvertiti che essa è poco sicura non solo pei ferri che sono visibili nella chiesa, ma anche per tutti quelli che legano i marmi e sono nascosti sotto il pavimento, nonchè per alcune lastre pure di ferro che coprono un acquedotto, che le passa sotto. Infatti la sua bussola che gli aveva dato la variazione diurna, gli diede una declinazione i cui estremi sono 14°.30' e 18°.0' onde non è da fidarsi punto di tali osservazioni. Le divergenze maggiori hanno luogo verso il mezzo della meridiana.

è sì ben pronunciata l'inflessione del minimo mattutino. Non poche giornate tra le invernali, presentano un tratto rettilineo verso le 8 ant. vestigio manifesto del minimo.

Da questo esame di uno dei più antichi e ben fatti lavori che possediamo in questa materia si può dire con certezza, che l'andamento normale della variazione diurna non ha mutato da un secolo a questa parte in Roma.

Più continuati, e più estesi furono i lavori di Cassini all'osservatorio di Parigi (1). Le sue osservazioni furono fatte con un ago lungo 1 piede e 8 $\frac{1}{2}$ pollici sospeso a fili di seta secondo il metodo di Coulomb; alla cassa dello strumento era fissato un microscopio con micrometro per leggere le deviazioni, e questa può dirsi la prima forma esatta dello strumento che venne poscia perfezionato da Gambey.

I risultati principali furono quelli che anche oggidì formano la base della scienza: cioè 1°. una variazione diurna nella quale l'ago si mette in moto verso occidente alla levata del sole, e arriva a un massimo tra mezzodì e le 3 pomeridiane, l'ora di questi massimi essendo diversa secondo le stagioni. Nella notte egli credette l'ago in assoluta quiete tranne le perturbazioni straordinarie (p. 21 e 22). Sembra che a lui sia sfuggito il minimo mattutino nell'estate che vedemmo notato dall'Asclepi.

2°. Notò una variazione annua nell'escursione dell'ago, che nell'inverno era di 5 in 7' e nell'estate di 14 in 15.

3°. Una perturbazione straordinaria che ebbe luogo li 28 Settembre 1781 mentre splendeva un'aurora boreale, gli fece conoscere l'influenza di questi fenomeni sull'ago magnetico, che egli poscia verificò più volte fino a riconoscere che essa si faceva sentire diverse ore prima che fosse visibile, scoperta che venne da' moderni attribuita ad Arago, che per altro vi aggiunse l'influenza delle aurore lontane ed invisibili nel luogo di osservazione.

4°. Che i temporali, e le scariche di atmosferica elettricità non hanno influenza sensibile sull'ago. Questo però è vero solo se si usano grandi strumenti, ma pei piccoli e delicati è falso, come ho visto io e anche il Prof. Palmieri di Napoli.

(1) V. Memoria nel *Giornale del Rozier*, Aprile anno 1784, stampata a parte a Parigi nel 1791 presso L. P. Couret.

5°. La maggior regolarità delle oscillazioni diurne negli aghi calamitati a saturazione.

6°. Che l'ago compie le sue oscillazioni regolarmente anche sotterra, e che ivi sono soltanto un poco più ristrette. Egli fece per ciò molte osservazioni nelle grotte dell'osservatorio di Parigi a 83 piedi di profondità ove la temperatura è costante, che sono le prime e più opportune a gettar qualche lume sulle cause a cui si possono attribuire questi movimenti. Infatti così si viene a conoscere che la variazione diurna non è un effetto diretto della temperatura sull'ago, ma un fenomeno che si compie sulla distribuzione generale del magnetismo terrestre. Però notò che sotterra oltre essere la loro escursione minore, erano anche assai meno sensibili le perturbazioni straordinarie. La diversità alla superficie e nell'interno della terra non poteva trovarsi molta attesa la piccola profondità delle grotte dell'osservatorio: era quindi desiderabile che venissero ripetute a maggiori profondità, ma finora non ne è stata intrapresa nessuna serie proporzionata all'importanza del soggetto. È da sperare che coi moderni strumenti fotografici sarà vinta la principale difficoltà che s'incontra in questo genere di osservazioni, vale a dire la continua presenza degli osservatori.

7°. Tra le osservazioni particolari più degne di attenzione, vi è: 1°. l'influenza dei rapidi annuvolamenti; 2°. delle mutazioni di vento specialmente N. E.; 3°. che nelle giornate di gran caldo l'ago resta talora stazionario; 4°. il maggior numero di perturbazioni nelle ore della sera; 5°. la nessuna influenza della vicinanza dell'osservatore quando la cassa era ben solida; 6°. la concordanza de' varii aghi in diversi siti.

Un'altra Memoria di Cassini fa seguito alla precedente e contiene la serie delle declinazioni osservate a Parigi per un secolo cioè dal 1667 fino a' suoi tempi 1791: le determinazioni erano state fatte da Picard, La Hire, Maraldi, Lemonnier, De Fouchy ec. (Un estratto di questa serie è data da Musschembroek fino al 1728).

In questa si trova notata la combinazione del moto di oscillazione diurna col moto secolare, e col moto annuale (p. 39). Di più esso osserva che l'escursione diurna non ha lo stesso valore nei varii anni; nei suoi 5 anni trova

1784	variaz. =	19′.	3″.
1785		16.	59.
1786		18.	46.
1787		23.	11.
1788		23.	1.

cosa la quale è stata confermata negli ultimi tempi. Inoltre esso nota la grande influenza della stagione sull'ago e il suo moto medio retrogrado; quindi la diversa ampiezza di escursione annuale dall'est all'ovest, e dall'ovest all'est e la diversità del tempo impiegato, perchè dall'Aprile al Giugno và all'est, e dal Giugno all'Aprile all'ovest, essendo il 1°. viaggio quasi la metà del 2°, onde ne resta una preponderanza di quest'ultimo, dovuta alla variazione secolare. Mette anche in evidenza la variazione annua dipendente dagli equinozii e dai solstizi. L'andamento generale, dice esso, è retrogrado, ma tra il solstizio d'estate e l'equinozio seguente di primavera l'andamento dell'ago è diretto, e l'arco di progressione descritto in 9 mesi essendo molto maggiore di quello di retrogradazione fatto in tre mesi soli, ne risulta un aumento annuo nell'angolo della declinazione. Egli insiste assai su l'influenza dell'equinozio di primavera, e sembra stimare inerte quello di autunno, ma è chiaro che tal differenza è solo apparente, e che svanirebbe tolta che ne fosse la variazione secolare.

Da ciò si vede che il Cassini ha anticipato molti lavori de' moderni e merita di esser collocato tra i fondatori di questo studio. Oltre le variazioni regolari egli studiò anche le irregolari, e ne concluse. 1°. che le aurore boreali, la neve, le nebbie o anche i venti di levante sono le circostanze che più accompagnano le perturbazioni (pag. 47): 2°. che tali perturbazioni producono spesso uno spostamento permanente nell'ago, che non viene annullato che da una perturbazione in senso contrario: 3°. nei mesi invernali la mattina e la sera (pag. 49) tali perturbazioni sono più frequenti, e che: 4°. un gran cambiamento nel tempo è accompagnato e spesso annunziato da tali perturbazioni. Qui adunque noi vediamo già posti i fondamenti della scienza e notate quelle coincidenze che formano ancora lo scopo delle ricerche attuali. Questi bei risultati di

Cassini vennero certo ecclissati dalle circostanze de' luttuosi tempi in cui visse, per cui fu costretto a lasciare di fare le sue osservazioni nelle grotte a cagione di sospetti politici, che poi andarono a finire col dovere egli totalmente rinunziare all'osservatorio stesso.

Questi lavori interessanti facevano vedere la immensità della sfera di questa forza, la quale mentre da un lato pareva indipendente dalle vicende meteorologiche le più violente, si vedeva dall'altro soggetta evidentemente alla loro azione in un modo misterioso. Diversi studii anteriori di Celsius in Svezia e Graham in Londra aveano fatto vedere la contemporaneità dei moti dell'ago perturbato in siti lontani, e per quanto diligenti fossero stati questi studii, lasciavano molti dubbii, e si vedeva che le diverse località aveano una sensibile diversità nella legge de' fatti. Perciò uno studio rigoroso con osservazioni più estese sul periodo diurno dell'ago era divenuto indispensabile per conciliare parecchie divergenze, tanto più che in alcuni siti si pretendeva da rispettabili scienziati che tal moto non si vedesse affatto.

Perciò nel 1806 e 1807 Humboldt di ritorno da' suoi viaggi nell'America meridionale nei quali si era molto occupato del magnetismo terrestre, concepì il progetto di studiare con più esattezza e precisione l'andamento diurno dell'ago, e fece a varie riprese molte osservazioni orarie e semiorarie durante molti giorni consecutivi, senza interruzione nemmeno nella notte specialmente presso i solstizi e gli equinozi. Il luogo da esso prescelto fu un ampio giardino a Berlino, nel quale avea fatto costruire una casetta senza ferro affatto, e si era associato in questo faticoso lavoro l'astronomo Oltmanns. Lo strumento usato era un collimatore magnetico di Prony capace di rovesciamento e fornito di sbarra calamitata di 20 $\frac{1}{2}$ pollici di lunghezza, sospeso col metodo di Coulomb , guarentito dall'aria con cassa fornita di cristalli e attraverso il quale guardava le divisioni di una mira lontana. Il risultato più interessante, oltre la conferma de' risultati di Cassini, fu la dimostrazione di un regolare periodo notturno, e la frequenza notabile di oscillazioni la cui ampiezza superava i limiti della scala dello strumento, e che spesso si ripetevano alle medesime ore avanti il levare del

sole, i quali movimenti rapidi e accelerati non potevano aver causa meccanica (1). Questi egli pel primo caratterizzò col nome di *temporali magnetici*. Fin da queste prime ricerche concepì pure il progetto di erigere simili strumenti e fare osservazioni corrispondenti in altri siti circonvicini per riconoscere se questi *impazzimenti* dell'ago erano locali o si estendevano a grandi distanze, ma le circostanze politiche di quel tempo ne lo impedirono. Questo periodo notturno è di grande importanza per la teoria di questi fenomeni, e vedremo appresso come debba intendersi, tanto più che esso è messo in dubbio come parte regolare del fenomeno, e interpretato come mero effetto delle perturbazioni.

In questo mentre che l'Humboldt aspettava tempo favorevole per l'esecuzione de' suoi progetti, Arago in Francia ripigliò lo studio delle variazioni diurne con istrumenti perfetti, e fece una serie di osservazioni di molta importanza, che sarebbe d'interesse della scienza veder pubblicata per intero (2). Oltre la verifica delle leggi di Cassini pel periodo diurno, trovò anche le variazioni della inclinazione e della intensità, valendosi per la prima di un inclinometro pure di Gambey, e deducendo la seconda dal numero delle oscillazioni dell'ago; oltre la conferma dell' influenza delle aurore boreali visibili come Hiorter, Celsius e Cassini avevano già notato, rilevò ancora la loro influenza a Parigi quando per la distanza erano ivi invisibili. Questo fatto diede la vera spiegazione di moltissimi impazzimenti dell'ago senza apparente visibile cagione, e senza dare l'esclusiva ad altre cause; fu una vera scoperta. Esso pure vide per la prima volta la simultaneità delle grandi perturbazioni sopra vastissime regioni, giacchè avendo Kupffer stabilito a Kasan nella parte più orientale d'Europa alle foci del Wolga una bussola simile a quella di Arago, i due osservatori poterono assicurarsi dice Humboldt (3) « per un certo numero di misure « corrispondenti di declinazione oraria che malgrado la diffe-

(1) Lettera al Duca di Sussex Presid. della Soc. Reale di Londra (*Bibl. univ.* 1836, Tom. IV, pag. 127).

(2) Vedi l'estratto delle sue Opere pubblicate a Parigi nel Volume IV, pag. 490 e seg.

(3) Loc. cit.

« ferenza di oltre a 47° di longitudine, le perturbazioni erano « isocrone. Erano quasi segnali che dal seno della terra arri- « vavano simultaneamente alle rive della Senna e del Wolga ».

Abbiamo in questi fatti la prima scintilla di quel gran lume che poscia si diffuse su questo ramo di scienza, che dovea essere studiato su di una immensa proporzione. La connessione dei moti dell'ago della bussola coll'aurore boreali lontane incontrò le opposizioni de' contemporanei (1), ma esse non valsero ad altro, che a fare esaminare la loro indole viemeglio, e a confermarla; fu una preziosa conquista per la scienza, e uno di que' pochi fatti che assicurati una volta, formano un punto fisso nell'orizzonte delle umane conoscenze. La contemporaneità de' moti dell'ago in siti così distanti fece vedere l'ampia sfera di questi fenomeni, e che lungi dall'avere la ristrettezza delle cause locali e meteorologiche fino allora conosciute, si estendevano talora all'intero globo terrestre. La ulteriore conferma di queste verità e la penetrazione delle loro leggi, è stata fin ora ed è ancora al presente lo scopo delle numerose ricerche, che si continuano ancora ad istituire, e vedremo quale immenso lume vi abbiano gettato le osservazioni di questi stessi anni, di cui siamo per dar conto.

Tutte le verità fisiche sono connesse, e i progressi fatti in un ramo di nostre cognizioni rischiarano come per riflesso le altre; e se ciò è vero in generale lo fu in modo inaspettato a quest'epoca nel magnetismo. Durante le ricerche di Arago sulle variazioni diurne della declinazione magnetica, avvenne l'impareggiabile scoperta di Oersted (1820) che mostrò l'influenza delle correnti elettriche sulle calamite, e la prodigiosa teoria di Ampère, che ridusse le calamite a sistemi di correnti elettriche molecolari, e la luminosa conferma di questa teoria dedotta dalle calamite artificiali scoperta dall'Arago, e l'altra de' solenoidi, donde si scorse che ogni corpo poteva funzionare come calamita, qualunque fosse la sua natura, purchè fosse circondato da correnti elettriche. Allora veramente apparve nel suo giusto lume quanto era stato sospettato anticamente sulla identità dell'elettrico e del magnetismo: sospetto spinto assai avanti

(1) V. Arago, Op. Vol. IV. pag. 571 e segg.

dagli antichi elettricisti, tra i quali Beccaria specialmente che tanto avea insistito sui caratteri elettrici delle aurore boreali (1). Il così detto magnetismo di rotazione, altra scoperta di Arago, fece vedere quanto ampia sfera abbracciava questa forza, e quando anche dalle scoperte di Faraday fu esso ridotto alla induzione elettrodinamica, nulla perdette della sua importanza, per ciò che spetta l'azion generale di questo agente sulla natura. La scoperta della elettricità, messa in moto dal calore fatta da Seebeck (1821) gettò più diretta luce su i fenomeni magnetici terrestri e su le loro variazioni, e si credette per un momento che il termo-elettricismo bastar potesse a spiegare le variazioni diurne ed annue.

È difficile che ritorni un'epoca nella scienza in cui più brillanti scoperte e di sì gran peso nella meccanica moleculare dei corpi, si succedano con tanta rapidità e connessione, onde in quei momenti era naturale cercare di conoscere più a fondo le misteriose variazioni dell'ago.

Circa quest'epoca accaddero ancora i grandi viaggi scientifici istituiti a spese della Francia, dell'Inghilterra e della Russia per terra e per mare, risultato dei quali fu una cognizione più esatta dei fenomeni magnetici, della posizione delle linee senza declinazione e inclinazione, e si completarono i sistemi delle linee isocliniche ed isogoniche, e si estesero le misure per la prima volta anche alla intensità, non considerata fino allora che inadequatamente, e così si ebbero con le precedenti anche le linee isodinamiche. I vasti lavori di Hansteen, Duperrey, Sabine, Foster, Erman, Kupffer, Fuss, ed altri moltissimi, estesero le cognizioni su ciò che spetta alla forza magnetica della terra in generale, e quindi anche sulle variazioni periodiche (2). Le osservazioni orarie fatte allora soltanto a latitudini medie si estesero anche ai paesi sotto i poli e all'equatore.

Ma più si diffondeva la sfera delle ricerche, più sembrava-

(1) Beccaria, *Elettricismo artificiale e naturale* Capitolo VII., pagina 218.

(2) Nel Tom. III del *Cosmos* di Humboldt vedesi una minuta lista di pubblicazioni relative a questa materia, disposte con ordine cronologico che è assai importante.

no complicarsi le leggi dei fatti. Le osservazioni fatte da Foster nei climi polari non rettamente interpretate aveano fatto comprendere che colà le aurore boreali o non aveano influenza sull'ago, o ne aveano una opposta, e il suo periodo sembrò diverso da quello delle regioni medie (1). Altre fatte da Gay (2) all'equatore mostravano un periodo nell'ago apparentemente diverso dall'europeo. Questo osservatore a Valdivia distinse tre moti nell'ago; 1°. uno all'est la mattina: un 2°. all'ovest fino all'1h pom. e un 3°. all'est di nuovo, complemento della mattina, ma vedremo a suo luogo non esser questo che il periodo ordinario estivo nelle medie latitudini. Quindi si rendeva indispensabile l'esaminare questa materia in più ampia scala che meglio fosse in proporzione collo spazio in cui si manifestano i suoi effetti.

La simultaneità delle grandi escursioni straordinarie in luoghi moltissimo distanti fra loro, avea colpito come già vedemmo, tutti gli osservatori, e Humboldt risolvette nel 1827 di studiarla più a fondo. Riprese egli le osservazioni nella casetta senza ferro con una bussola di Gambey e non molto dopo nel 1829 ottenne che altre simili venissero costruite a Pietroburgo, a Posen, a Mosca; Barnaul, Kertschinsk, a Nicolajeff in Crimea e perfino a Pechino nella Cina (3).

Alcuni di questi luoghi furono espressamente scelti al di là della linea senza declinazione, cioè dove essendo essa orientale potevasi riconoscere se tale direzione punto influiva coll'andamento delle variazioni. Impegnò anche il Professor Reich a ripeterle nelle miniere di Freiberga in Sassonia alla profondità di 70 metri, (216 piedi). Varie altre stazioni si formarono per industria de' privati amatori della scienza che con più o meno d'impegno risposero all'appello del dotto prussiano. I suoi primi studii fatti con pochi amici, gli fecero vedere che non era andato errato nelle sue aspettazioni, e che a molte miglia di distanza non solo le grandi, ma anche le piccole oscillazioni erano parallele. A suo eccitamento si formò in Alemagna una

(1) Arago loc. cit.
(2) V. *Comptes rendus*.
(3) Lettera cit. p. 131.

associazione di osservatori con alla testa il famoso Gauss direttore dell' osservatorio di Gottinga, e il fisico Weber che a giorni fissati notavano la posizione dell'ago di quarto in quarto d'ora e poscia di 5 in 5 minuti di tempo: e queste posizioni fecero vedere che non solo in regioni distanti fra loro poche miglia, ma anche a molti gradi geografici le variazioni dell'ago erano di un sorprendente parallelismo, che non potea dirsi che pochissimo alterato da piccole alterazioni locali.

Questo fatto importante mostra che la troppa moltiplicità di osservatorii magnetici vicinissimi poteva esse inutile, e che era mestieri stabilirli lontani per la scoperta delle grandi leggi. Onde ravvisar meglio l'andamento di questi singolari fenomeni, convennero di usare in tutti i siti il tempo di Gottinga, e i risultati furono dati al pubblico sotto forma grafica che a colpo d'occhio fanno vedere come a siti distanti quali sono la Haya, Gottinga, Berlino, Breslavia, Lipsia, Marburgo, Monaco, Milano e in Sicilia le curve sono esse pure di un parallelismo sorprendente (1).

Questi luoghi benchè distanti in latitudine erano sfortunatamente troppo vicini in longitudine per poter estendere a limiti più vasti le conseguenze che se ne sarebbero potute trarre. Si vide però esservi delle circostanze locali che influivano sensibilmente sulle variazioni, onde era sempre più d'uopo moltiplicare le osservazioni a grandi distanze, giacchè l'estensione dell'Europa anche tutta, non era che insignificante rapporto al globo intero. E qui fu dove le relazioni politiche e scientifiche del suddetto Humboldt tornarono sommamente utili alla scienza coll'impegnare la Società Reale di Londra a raccomandare al governo la colossale impresa di erigere osservatorii magnetici nelle colonie dell'Impero Britanno, il solo che potesse fornire i punti nei due emisferi che erano indispensabili ad una sua adeguata cognizione.

Una commissione fu quindi nominata nel seno della Società Reale per discutere il progetto e fissare i termini della

(1) Può vedersi questo sorprendente andamento parallelo nelle tavole grafiche pubblicate a quell'epoca, e riprodotte da Taylor. *Scientific. Memoirs*. London.

sua esecuzione, composta de' primi scienziati dell'epoca Herschel, Wheatstone, Airy, Sabine, Wrottesly, Babbage, Lloyd ecc. e fu in questa che si venne a stabilire e formulare completamente il sistema di osservazioni che si usa attualmente per istudiare la forza magnetica completamente nella determinazione assoluta e nelle variazioni di tutti i suoi elementi: declinazione, inclinazione e forza totale (1).

Il sistema stabilito da principio fu di osservare gli strumenti ogni due ore, ma appresso fu fissato ad ogni ora l'osservazione completa degli strumenti magnetici e meteorologici, mediante un servizio regolato a uso militare, e tutto da uffiziali militari istruiti. Certo non poteva una sì grande impresa mancare di uno splendido esito, e realmente può dirsi che la cognizione delle leggi de' moti periodici comincia da quest'epoca, e avremo occasione di ritornarvi sopra più e più volte. Nè la spesa dell'esecuzione di tante osservazioni sarebbe stata utile a nulla, se non fossero state corredate di una pubblicazione fatta per intero, con riduzioni precedute da una serie di importantissime discussioni fatte dal Gen. Sabine. Aggiungendo a questi le osservazioni delle stazioni Russe, e le Europee della Germania, del Belgio, Olanda ecc.; se era possibile nulla scoprirvi, questa dovea esser la volta.

Fu questo uno di que' progetti fecondi di successo perchè fatto veramente in tempo opportuno, poichè le ricerche previe aveano mostrato ove doveansi dirigere gli sforzi, e l'anticiparlo avrebbe portato spese maggiori, e per l'imperfezione de' mezzi le osservazioni sarebbero state forse inutili.

Infatti a quell'epoca il celebre Gauss fin dal 1833 avea già date la sua importantissima teoria per trovare la *intensità assoluta della forza* magnetica, mentre tutte le determinazioni fatte prima di allora erano relative alla forza osservata in un sito determinato, e alla teoria geometrica avea anche aggiunta la più accurata maniera da farne l'esperimento con precisione

(1) *Report of the comittee of physics including meteorology on the obiects of scientific inquiry*. London 1840. Ed anche l'altro opuscolo *Revised instructions for the use of magnetical and meteorological observations*. London 1842.

fino allora propria solo delle osservazioni astronomiche (1). Poco dopo egli diè un modo semplicissimo da determinare le variazioni della intensità stessa secondo la sua componente orizzontale, inventando il *magnetometro bifilare*: e Kupffer avea già trovato uno strumento più delicato dell'ago ordinario di inclinazione per determinare le variazioni di questa; ma si deve al Prof. Lloyd di Dublino l'aver fissato lo strumento definitivo che serve ad avere le variazioni della forza verticale.

Fatti questi studi preparatorii vennero eretti i desiderati osservatorii inglesi. Quelli delle colonie furono quattro. Il primo a Toronto nel Canadà presso uno de' punti della massima intensità magnetica; l'altro all' Australia a Hobart Town nella terra di Van Diemen quasi antipodo al precedente e presso al polo magnetico d'intensità australe, onde vedere l'opposizione de' moti nelle stazioni opposte ne' due emisferi. Il terzo al Capo di Buona Speranza luogo opportuno per la variazione notabile che le linee magnetiche isogoniche, isocliniche e isodinamiche soffrono nell'ingresso sul continente Africano. Il quarto all'Isola di S. Elena presso l'equatore per studiarvi le variazioni in un punto distante pochissimo dall'equatore magnetico. La Compagnia dell'Indie uno ne eresse a Madras. Similmente a Greenwich e a Dublino e a Malherstoon in Iscozia ne furono eretti alcuni che dovevano operare simultaneamente con quelli.

Sarebbe impossibile il seguire in particolare lo sviluppo che ha preso la scienza in questo ultimo periodo, ed anzi è mestieri contrarre immensamente la sua vasta estensione, per farla entrare nei limiti del nostro lavoro. La descrizione de' metodi e degli strumenti così raffinati dovendo esser fatta nel corso di queste memorie, ci è forza di qui far punto a questi brevi cenni storici. Non possiamo però omettere il grande progresso fatto in questi ultimi tempi nell'arte di osservare e registrare questi fenomeni per mezzo della fotografia. Il metodo messo in uso per la prima volta a Greenwich e poscia a Kew, e Parigi e altrove, è il solo che possa dare tutte le minime variazioni

(1) *Intensitas vis magneticae ad mensuram absolutam revocata*. Gottingae. Anche Poisson avea dato un metodo per la soluzione dello stesso problema, ma di esecuzione meno pratica, e perciò non seguito.

di questo etereo elemento senza che le minime forze siano disturbate da meccanismi grossolani degli altri apparecchi registratori. Il principio di registro è comunemente quello di concentrare con lente su di una carta sensitiva alla luce i raggi di una fiamma, riflessi da uno specchio attaccato alle sbarre magnetiche. Un orologio muove regolarmente la carta in una direzione perpendicolare alla oscillazione della sbarra, e dalla composizione dei due moti ne nasce una curva che rappresenta le minime mosse della forza magnetica. Le ordinate di questa curva espresse in numeri mediante una scala ad ogni ora sono poscia pubblicate sotto la consueta forma di osservazioni orarie. Questa maniera di registri è preziosa pei grandi osservatorii, ma pei minori, oltre le gravi spese che porta, richiede anche non poco personale e fatica per le riduzioni. Da queste si è confermata l'identità delle fasi nelle perturbazioni a varie distanze anche notabili che hanno date curve sensibilmente parallele tra Greenwich e Parigi.

Oltre la variazione diurna se ne è scoperta da Sabine una annuale, che sembra indipendente dalle stagioni, e solo in rapporto colla distanza perigea del sole: di questa come pure dell'annuale ordinaria diremo più diffusamente a suo luogo. Più singolare è la variazione a lungo periodo che si è trovata da Lamont, Wolf, Sabine indipendentemente che sarebbe di circa 10 anni e che si sospetta coincidere col periodo delle macchie solari. Dietro le recenti discussioni di Sabine rapporto alla luna possiamo dire che sembra provato avere questo satellite una influenza non dubbia, benchè assai piccola. Aspettiamo con ansietà i risultati di Greenwich su questo punto.

Quello che solo resta a dire a complemento di questi cenni storici si è che ora i punti fondamentali del magnetismo terrestre sono già assicurati, e che la teoria della scienza ne ha tratto un lume senza pari. Lo studio però non è finito e l'opera degli osservatorii coloniali essendo ora sospesa, resta a proseguire negli osservatorii permanenti il lavoro da essi incominciato, seguendo le vestigia di quelli, onde perfezionare e completare quanto fu da essi sì ben principiato. Dico principiato perchè le sole leggi fondamentali non bastano alla teoria, ed è già voto di molti che di nuovo siano essi ristabili-

ti, profittando nella nuova serie di osservazioni di tutte le ricerche e di tutti i lumi acquistati nella prima. Fino a che ciò non si faccia, le osservazioni non devono cessare di farsi ovunque si possa, non essendo vana la speranza di aver qualche favorevole momento di un raro fenomeno che getti nuova luce su tutta questa oscura materia. E possiamo aspettare ciò con tanto maggior sicurezza, che quest'anno istesso abbiamo avuto un luminoso esempio delle manifestazioni di questa immensa forza in un modo affatto singolare. Le grandi aurore boreali dello scorso Settembre del 1859 che oltre produrre le solite agitazioni magnetiche hanno agito altresì su di tutti i telegrafi elettrici con tanta energia da averne azioni chimiche, scintille, scosse ecc. hanno rischiarato immensamente la loro teoria elettrica, e mediante questi apparati, che non si sarebbe mai creduto che fossero un dì destinati a fornir tali elementi alle teorie, hanno tolto per sempre tutti i dubbi sulla loro natura elettrica. Anche ciò che era creduto vasto si è conosciuto esserlo incomparabilmente di più. Chi avrebbe creduto, malgrado i colossali studi anteriori, che una stessa perturbazione magnetica sarebbesi manifestata *contemporaneamente* su tutto il globo? Chi avrebbe mai detto che gli aghi magnetici del Collegio Romano avrebbero annunziata l'aurora boreale della Guadalupa, e della terra del Chili; eppure così fu questa volta con generale meraviglia (1).

Ogni dì più si rischiara così l'orizzonte della scienza e colla perseveranza che tutto vince sarà superata anche la renitenza che offre questo mistero a svelarcisi. Già i suoi periodi sono accertati sotto un punto di vista più preciso: l'influenza delle latitudini geografiche fu messa fuor di dubbio, e l'azione dei principali luminari del cielo non tardò a manifestarsi: le influenze locali vanno svanendo e riconoscendosi al moltiplicarsi delle stazioni e se pure a' nostri giorni non ci sarà dato di toglier quel velo, preparereremo almeno a nostri posteri i mezzi da squarciarlo quanto prima. Per ciò che riguarda la teoria il punto più controverso e fondamentale è questo: se l'azione diur-

(1) V. *Comptes Rendus etc.* 1859, e *Annales telegraphiques*, Tom. III. pag. 99.

na e annua dell'ago che certamente dipende dal sole, sia diretta come farebbe un corpo magnetico che circolasse attorno alla terra, ovvero indiretta per le correnti elettriche generate nella massa terrestre e nella sua atmosfera dal calor solare. La teoria geometrica a tutto rigore non può decider questo; essendo i risultati indipendenti dalla natura della causa, resterà quindi a decidersi dalla relazione reciproca de'fenomeni elettrici e meteorologici. Ma tutto annunzia una grande estensione di causa, e la probabilità della seconda causa sembra cresciuta notabilmente dietro gli ultimi eventi delle perturbazioni indicate di sopra, ma su ciò torneremo in altro luogo.

Il fornire materiali per la soluzione di questo ed altri problemi è appunto lo scopo degli osservatorii particolari; inoltre quello di verificare le leggi generali, determinare gli elementi particolari, accennare le locali irregolarità: e questo è quello che ci accingiamo ad esporre come abbiamo tentato di fare per Roma.

Cap. II.

Principii teorici sulle forze magnetiche, e disposizione generale degli strumenti.

1°. La risultante di tutte le forze magnetiche del globo terrestre è completamente determinata dai tre elementi seguenti:

I. Direzione rapporto al meridiano astronomico, ossia azimut del meridiano magnetico rapporto all'astronomico, che costituisce la *declinazione* magnetica.

II. Direzione rapporto alla verticale, considerata nel piano del meridiano magnetico, che dicesi *inclinazione*.

III. *Intensità*: questa o si esprime in numeri relativi ad unità cognite di spazio, tempo e peso, e dicesi *assoluta*; o rapporto all' intensità magnetica propria di un altro sito determinato, e allora dicesi *relativa*.

Questi elementi sono tutti e tre variabili, talchè dopo trovati i loro valori, restano a studiare le leggi delle mutazioni, e le osservazioni fatte in varie epoche devono riferirsi ad un medesimo tempo, mediante una correzione per rènderle comparabili.

Le variazioni di declinazione sono le più semplici e si hanno direttamente dai cambiamenti di posizione del declinometro. Le variazioni degli altri due elementi son più difficili a determinarsi, stante l'imperfezione dei congegni meccanici di sospensione. Comunemente si è adottato il principio della decomposizione della forza in due componenti rettangolari, una verticale, l'altra orizzontale, e dalle variazioni di queste componenti si concludono le variazioni di intensità e di inclinazione. La variazione della componente orizzontale è data dal magnetometro bifilare, quella del verticale dal magnetometro a bilancia.

2°. Siano X,Y le due componenti orizzontale e verticale, R la risultante, θ l'inclinazione, sarà

$$X = R\cos\theta ; \; Y = R\sin\theta$$

donde differenziando e dividendo per le primitive

$$\frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta R}{R} - tg\theta d\theta ; \; \frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta R}{R} + \cot\theta d\theta$$

le quali danno la variazione di intensità

$$(a) \quad \frac{\Delta R}{R} = \cos^2\theta \frac{\Delta X}{X} + \mathrm{sen}^2\theta \frac{\Delta Y}{Y}$$

e la variazione di inclinazione

$$(b) \quad \Delta\theta = \sin\theta\cos\theta \left(\frac{\Delta Y}{Y} - \frac{\Delta X}{X}\right) .$$

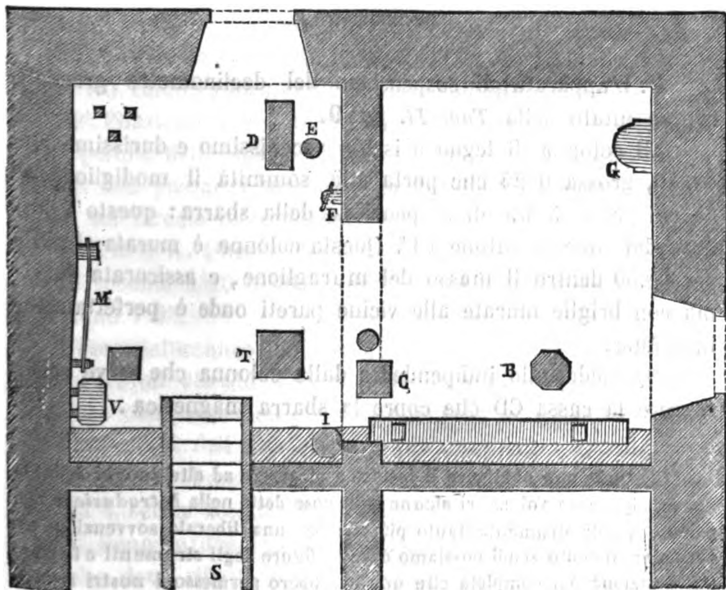
Da queste formole si vede, che la variazione di ciascuno dei due elementi dipende dalla variazione di tutte e due le componenti. Ora siccome non è facile, come vedremo appresso, determinare con precisione assoluta le quantità costanti che entrano nella rettificazione degli strumenti, ne segue che ambedue i risultati saranno viziati. Talchè io credo che sarebbe prezioso uno strumento che come quello già ideato da Kupffer desse la variazione di inclinazione direttamente. Allora la va-

riazione dell'intensità potrebbe aversi mediante il solo bifilare dalla formola

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta X}{X} + tg\theta d\theta,$$

che sarebbe indipendente dalle indicazioni del magnetometro a bilancia, il quale difficilmente può restare per lungo spazio comparabile a sè stesso, e spesso trovasi radicalmente difettoso, quantunque noi l'abbiamo ridotto ad essere di una sicurezza oltre quanto speravamo di poter ottenere.

3°. Sei di numero sono dunque gli strumenti che servono a tutto il complesso delle osservazioni magnetiche: cioè tre grandi e fissi per lo studio delle variazioni periodiche, e sono considerati meramente come strumenti differenziali; e tre minori e portatili per la determinazione de' valori assoluti. La loro collocazione nella sala dell'osservatorio è quale si ha dalla presente pianta già data nella introduzione alle memorie dell'osservatorio, e che qui riproduciamo per comodo di confronto.



D. Declinometro. T Teodolite del declinometro.

B. Magnetometro bifilare: C cannocchiale per la sua lettura.

V. Magnetometro verticale a bilancia: M suo microscopio per la lettura.

G. Declinometro portatile.

I. Inclinometro.

H. Magnetometro per determinare l'intensità.

F. Collimatore del declinometro (1).

La sala degli strumenti ha 9m.30 di lunghezza, 5m.25 di larghezza ed è basata sopra un solido rinfianco della gran fabbrica della chiesa, di solidità a tutta prova, e cinta da mura grosse 1m.50, onde la temperatura vi è assai costante. Per le piccole dimensioni della sala gli strumenti possono esercitare una qualche reciproca influenza, che è stata accuratamente studiata come diremo appresso a suo luogo.

La posizione geografica dell'osservatorio è lat. 41°.53' Nord: long. 0h.40m.34s all'Est di Parigi, e 0h.10m.8s pure all'Est di Gottinga.

Cap. III.

Declinometro.

1°. L'apparato di sospensione del declinometro grande è rappresentato nella *Tav. II. fig.* 9.

AB colonna di legno d'ischio vecchissimo e durissimo alta 3m.40, grossa 0m25 che porta alla sommità il modiglione BE da cui pende il filo di sospensione della sbarra: questo è protetto dal tubo di ottone TT'. Questa colonna è murata al piede per 0m.50 dentro il masso del muraglione, e assicurata in cima con briglie murate alle vicine pareti onde è perfettamente immobile.

PQ. Piedestallo indipendente dalla colonna che serve solo a reggere la cassa CD che copre la sbarra magnetica.

(1) Onde non obbligare il lettore a ricorrere ad altri luoghi delle *Memorie*, ripetiamo volentieri alcune delle cose dette nella *Introduzione* rapporto a questi strumenti: tanto più che per una liberale sovvenzione governativa di cento scudi possiamo dare le figure degli strumenti e fare una pubblicazione più completa che non avrebbero permesso i nostri mezzi.

La sbarra magnetica è rappresentata nella *fig.* 1, *Tav. I.* È lunga 0m60, larga circa 27mm, spessa 7mm, pesa 1320 grammi. O è la lente obiettiva, M la scala micrometrica di cristallo divisa a decimi di millimetro, posta nel foco principale dell'obbiettivo O, che così forma un collimatore: — *ab* staffa di sospensione a due paia di occhietti uno sulla linea *a* e l'altro sulla *b*, per rovesciare la sbarra, e determinare la direzione dell' asse magnetico della medesima rapporto all'asse del sistema ottico, S lo specchio che serve per le osservazioni differenziali. La sbarra è chiusa dentro doppia cassa: la prima che vedesi nella figura è di rame grosso 6 millimetri che serve di smorzatore: questa ha due fiancate di grosso cristallo per impedire le correnti d'aria, ma ai capi ha ampi fori affatto liberi dalle lastre. Una seconda contro-cassa di legno decomponibile in pezzi e chiusa da cristalli ai capi e da un lato la difendono completamente dall'aria esterna. Oltre alla sbarra d'acciaio ve n'è un'altra di rame fornita di simili accessorii e di una piccola calamita per la determinazione della torsione.

2°. La *fig.* 2, *Tav. I.* rappresenta il teodolite magnetico collocato tra le due colonne di rame che portano la scala graduata.

BB'. Circolo esteriore di base di 0m.30 di diametro portato su tre viti calanti, fornito di lembo graduato diviso a 10'.

PP'. Pilastrini che reggono il cannocchiale, alti sufficientemente perchè nelle nostre latitudini si possa osservare la polare nei due passaggi superiore ed inferiore. I due pilastrini posano sul circolo interno concentrico al precedente mobile attorno all'asse A. Questo circolo porta i 4 nonii coi quali leggonsi i secondi a 10 a 10, e per la nettezza delle gradazioni si stimano i 3".

L'asse del cannocchiale è fornito a un capo del solito eclimetro, e all' altro di una coda pei piccoli movimenti: si può rovesciare completamente, e il livello posa a cavaliere direttamente sui perni dell'asse al luogo de' cuscinetti. Questi sono di bronzo come l'asse stesso. Il tutto è lavoro di Ertel di Monaco, ed è senza acciaio nè ferro.

KK'. Sono le due colonne di rame che portano la scala graduata che deve riflettersi dallo specchio della sbarra. Le gra-

dazioni della scala sono fatte a traversali come si vede nella *fig.* 3 per poter meglio valutare i decimi delle divisioni: Le carte sono tirate a stampa su cartoncino da una riga metallica divisa da Ertel e incollate su di un arco di legno fisso alle colonnette.

3°. Il centro O dell' asse del cannocchiale vedesi forato per una ragione che ora più non sussiste, ma che potendo essere utile in altri casi credo bene accenuare. Questo foro era destinato a dar passaggio a un filo a piombo formato di un filo di seta calato dal mezzo della scala, e che andava a terminare in un bicchierino d'acqua posto sulla testa dell'asse A. Lo scopo di questo congegno era di controllare la stabilità relativa del teodolite e della scala. A tal fine la lunghezza focale dell'obiettivo era esattamente tale che arrivava solo al suddetto filo a piombo, e l'oculare del cannocchiale era un sistema composto come negli oculari terrestri, il quale, come si sa, fa da microscopio composto. Il fuoco esteriore di questo oculare cadeva esso pure sul filo a piombo, e all'altro foco della lente prossima all'occhio era un reticolo fisso. Così poteva farsi che l'imagine del filo a piombo venisse ad esser coperta dal filo del reticolo, e ogni piccolo spostamento della scala o del teodolite, separando i fili, rendevasi evidente all'atto dell'osservazione.

Questo sistema utilissimo, per tutti i casi in cui non può aversi base abbastanza ferma, era inutile nel nuovo osservatorio, ove tutto era invariabilmente fissato, e le colonne di rame sono strette a vite sulla lastra di travertino stesso su cui posa il teodolite, e i piedi di questo sono inseriti nei fori di piastre ancor esse immobili sulla lastra medesima. Quindi il cannocchiale si è cambiato in un astronomico ordinario, di apertura e lunghezza focale maggiore del primo, cioè $0^{m};45$, e fornito inoltre dell'oculare con filo mobile da vite micrometrica, oltre al sistema de'soliti fili fissi.

4°. Dal luogo del teodolite può vedersi la stella polare, aprendo una finestra che corrisponde ad un' apertura fatta nel tetto, che si chiude con sportello di zinco. Per controllare la stabilità del teodolite stesso, e per facilitare la determinazione delle declinazioni assolute, si è collocato in F (vedi la pianta)

un collimatore sostenuto da una robusta mensola di marmo murata nel muro.

Declinometro portatile.

5°. Questo strumento è rappresentato nella *Tav. I. fig.* 4.

PP'. Treppiede triangolare di ottone fornito di un circolo graduato *cc'*.

EF. Tavola di mogano fissata in testa all'asse metallico del treppiede suddetto. Su questa tavola sono disposti i pezzi seguenti

AB. Cassetta di legno in cui sta la sbarra magnetica sospesa a un filo di seta difeso dal tubo di cristallo DG: essa è munita di termometro *t* e di livello trasversale *l*.

Al capo F è un cannocchiale H col suo livello longitudinale.

Dall'altra parte E uno specchietto S mobile su di un asse orizzontale come uno strumento de' passaggi che serve a dirigere il raggio solare nel cannocchiale H quando lo strumento viene disposto nell'azimut del sole.

La calamita che può attaccarsi al filo è doppia. Una è un cilindro di acciaio vuoto internamente o collimatore, fornito ai capi di obiettivo e di scala graduata, lungo 10^{cm}, grosso 2^{cm}: ve n'è un altro eguale di ottone fornito di debole magnete per la determinazione della torsione, e più un semplice peso di rame per istorcere il filo. Una grave inavvertenza è stata commessa dall'artista, che ha fatto i pesi di questi tre capi disuguali, mentre dovrebbero essere identici: però vi si è rimediato.

L'altra è una calamita a collimatore simile, ma più sottile. figurata nella *fig.* 5 la quale può ricevere nella sua staffa un altro cilindro di bronzo di figura geometricamente esatta e serve alle oscillazioni della sbarra, onde determinare il momento magnetico nelle ricerche di intensità assolute, come vedremo a suo luogo.

La tavola EF era destinata in origine a essere fissata sulla base dello strumento *fig.* 6 e non si è messa che provvisoriamente sulla base PP' *fig.* 4, presa da un livello ordinario per la comodità de' trasporti.

6°. Per determinare la declinazione con questo strumento, si trova prima il meridiano magnetico mirando al collimatore magnetico, e si legge il circolo: indi si toglie il collimatore sollevandolo col bottone D; allora si gira lo strumento nell'azimut del sole e si riflette il raggio luminoso dentro il cannocchiale H collo specchio S; l'angolo percorso sul circolo c è l'azimut relativo del sole e del meridiano magnetico. Dall'ora di osservazione, conosciuta mediante un cronometro, si cava l'azimut del sole e quindi si ha la distanza tra il meridiano magnetico e l'astronomico, ossia la declinazione magnetica.

Però la piccolezza di tutti questi pezzi, benchè squisitamente lavorati rende alquanto poco sicuro il loro servizio, talchè l'azimut solare è poco preciso; e noi abbiamo preferito l'uso di mire terrestri ad azimut ben noti e direttamente visibili senza l'uso dello specchio. L'apparato sarebbe poi più semplice e più sicuro togliendo il cannocchiale fisso H, e mettendo al luogo dello specchio S un cannocchiale che potesse inclinarsi come fa lo specchio stesso, per mirare direttamente al sole dopo tolta la cassa AB.

Osservazioni magnetiche.

7°. La collocazione del declinometro grande fu fatta provvisoriamente li 17 Aprile 1858, ma non fu cominciata la serie regolare delle osservazioni che al 1°. del prossimo seguente Maggio: però diverse mutazioni nel sito e nella maniera della sospensione, rendono queste prime osservazioni poco sicure nel valore assoluto, onde ne estrarremo solo quel tanto che spetta alle variazioni differenziali. Le osservazioni con tutti gli strumenti non cominciano regolarmente che col principio del 1859. Si hanno ancora varie osservazioni fatte tanto nel vecchio osservatorio, sotto la stanza del meridiano, quanto nel nuovo in un altro piccolo camerino, ma che per le molte lacune poco servono: però si conservano, perchè forse si avrà qualche opportuna occasione di farvi ricorso. Prima di esporre le osservazioni daremo un cenno delle rettificazioni fatte e delle determinazioni di alcune costanti.

(*continua*)

DI UN NUOVO SFIGMOGRAFO; DEL DOTT. MAREY.

Quando i fisiologi con istrumenti ed esperienze apposite intesero a misurare l'impulso dell'onda sanguigna dentro l'apparato circolatorio, i medici fra cui primo Herisson (1), vollero utilizzare quei risultati per lo studio clinico del polso; e architettando istrumenti capaci di apprezzare le altre di lui qualità colla stessa precisione e sicurezza con cui l'orologio a secondi ne valuta la frequenza, vollero sottrarre la sfigmica a quella indeterminazione di idee e di linguaggio, in cui la lasciarono la scuola Galenica e le succedanee, ed elevarla così a quel grado di esattezza e di rigore già raggiunto da altre parti della semejotica e dal quale solamente essa può esser ridotta sussidio di non dubbia utilità all'arte della diagnosi e del prognostico.

Ma nè l'istrumento di Herisson, che era un vero *sfigmoscopio*; nè il *kymographion* (2) di Ludwig, modificazione dell'*emodinamometro* di Poiseuille: nè lo *sfigmografo* di Vierordt, raggiunsero esattamente l'intento. Non il primo perchè, se traduceva alla vista le forme del polso, non toglieva però loro le condizioni di fugacità e di indeterminazione, che presentano al tatto del dito esploratore; non il secondo perchè non può essere applicato che ad una arteria tagliata; per lo che è inservibile per gli usi clinici: non il terzo perchè a cagione delle condizioni della leva, la quale riceve gli impulsi del polso e li disegna sopra un cilindro uniformemente girante, descrive un *zig-zag* a oscillazioni eguali, le quali perciò non rivelano alcuna *differenza* di forma nel polso medesimo.

Nondimeno l'applicazione della leva, di cui Vierordt attinse il concetto dall'istrumento, con cui già King aveva reso apparenti i moti del così detto *polso venoso*, era buona; e Marey comprese bene potersi costruire su quel principio un istrumento, il quale, eliminando i difetti di tutti gli antecedenti e ri-

(1) Forse Herisson si era ispirato alla idea di *pulsilogo* di Santorio.

(2) Misuratore dell'onda.

dotto in forma e misura da potere essere agevolmente trasportato e applicato con facilità alla clinica, descrivesse una linea, la quale fosse la rappresentanza grafica permanente e ben determinata di tutte le diverse forme del polso.

Associata infatti la leva di King o Vierordt al cilindro girante del kymographion di Ludwig, l'una e l'altro però opportunamente modificati, Marey ha costruito il suo *sfigmografo*, il quale, facilmente portatile e applicabile all' avambraccio perchè la sua lunghezza non oltrepassa metri 0,15, si compone di un telajo metallico rettangolare, il quale connette e mantiene nei debiti rapporti di posizione le diverse parti dell'istrumento e serve ad applicarlo e fissarlo alla faccia anteriore dell'avambraccio. A questo ultimo oggetto è fornito di due alette, che articolate mobilmente sulla faccia inferiore dei suoi lati maggiori, abbracciano i margini radiale e ulnare dell'avambraccio; e affibbiate l'una verso l'altra per mezzo di una stringa, che passa dall'una all'altra dietro l'avambraccio in anse raccomandate ad uncini appositamente esistenti nella faccia esterna delle alette medesime, fissano in posto il telajo rettangolare.

Il quale così applicato presenta al corpo uno dei suoi lati minori, che per brevità chiameremo *carpico*; mentre chiameremo *cubitale* l' altro minor lato, rivolto verso l' articolazione del cubito.

Su questo lato cubitale appunto è fissata per apposita vite la estremità di una delicata molla di acciajo, la quale scende sino presso il lato carpico tanto obliquamente da oltrepassare di qualche millimetro il piano inferiore del telajo metallico onde potere raggiungere l'arteria da esplorarsi e comprimerla colla sua libera estremità, la quale è a questo oggetto guarnita di un disco di avorio.

Sul lato carpico del telajo gira per uno dei suoi estremi una leva lunga ma leggiera (perchè sottile e di legno); la quale, movendosi nel piano verticale stesso della molla, ricorre verso il lato carpico di esso telajo medesimo; e oltrepassandolo di circa a tre centimetri, termina in una sottile ed elastica punta di acciajo, curvata orizzontalmente, colla quale deve delineare in apposito apparecchio da descriversi fra poco i moti impressi dalla arteria alla estremità libera della molla.

Alla faccia superiore della parte fissa di questa molla si articola a cerniera la estremità di un fusto, il quale procedendo esso pure verso il lato carpico del telajo, termina in altra libera estremità, che atteggiata a forma di un margine tagliente rivolto in alto va con questo a toccare la leva e darle appoggio in un punto molto vicino all'ipomoclio o centro di rotazione. Ed una vite, che si impana nella estremità libera del detto fusto traversandola verticalmente e appoggia colla sua punta sulla faccia superiore del disco eburneo della molla, mantiene sempre a contatto della leva il tagliente, regolando secondo i casi relativi alle differenze individuali la distanza fra la molla e il tagliente del fusto, e riceve dalla molla gli impulsi arteriosi, che trasmette al tagliente e per mezzo di questo alla leva. La quale mercè altra piccola e delicatissima molla sopraincombente, che è fissata per una sua estremità al lato carpico del telajo, resta obbligata sul lato tagliente del fusto tanto mollemente quanto serve a impedire che sotto gli impulsi arteriosi essa leva si rovesci o saltelli irregolarmente.

Un meccanismo da orologio, analogo a quello del kienografo di Ludwig, è fissato al lato cubitale del telajo; e spinge con moto uniforme verso il lato carpico (e perciò verso l'asse di rotazione della leva) una lastra di vetro, che, mantenuta per opportuno apparecchio in posizione verticale, viene a presentare una delle sue superfici appositamente affumicate alla punta elastica e orizzontalmente curva della leva; la quale, sollevandosi per la diastole arteriosa e abbassandosi per il proprio peso, ci disegna una traccia curvilinea composta di una serie di piccole oscillazioni, risultanti ciascuna di un tratto ascendente, che corrisponde alla diastole arteriosa, e di un tratto discendente, che corrisponde alla sistole. Egli è ora evidente che il numero di queste oscillazioni in uno spazio dato e perciò in un tempo dato, il rapporto di estensione fra i due tratti di ciascuna di esse e l'ampiezza dell'angolo fra quei due tratti compreso, debbono corrispondere ad altrettanti differenti caratteri, specialmente ritmici, del polso.

Che se lo sfigmografo viene applicato nel momento di respirazioni forzate o di dispnea morbosa, descriverà non solo le oscillazioni precedentemente indicate e corrispondenti alle si-

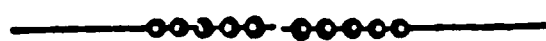
stole e diastole arteriose, ma ancora altre oscillazioni più ampie, delle quali l'istrumento non dà che una debolissima traccia se applicato sulle arterie del carpo mentre il respiro è naturale e normale.

Queste oscillazioni maggiori, comprendenti ciascuna una certa quantità delle altre oscillazioni minori, e composte esse pure di un tratto ascendente e di un tratto discendente, tengono esatta ragione di tempo e di numero colle respirazioni; e conseguentemente rilevano la influenza dei moti respiratorii sulla tensione arteriosa. La quale aumentando nel periodo espiratorio e decrescendo invece nell'ispiratorio, il tratto ascendente di ognuna delle grandi oscillazioni rappresenta le condizioni circolatorie durante la espirazione, il tratto discendente quelle durante la ispirazione.

Così lo sfigmografo va a prestare i suoi servigi alla medicina, non solo rivelando esattamente le varie forme del polso, ma ancora rappresentandole in esatta misura il grado delle alterazioni respiratorie, che senza questo sussidio non può il clinico misurare altro che in modo approssimativo.

Imaginato e costruito l'istrumento, Marey ha voluto con esso investigare le condizioni meccanico-idrauliche, per le quali ciascuna modalità di polso viene a prodursi. Sperimentando pertanto sopra a tubi elastici, di cui aumentava e diminuiva la tensione col lasciare loro delle aperture di scolo più o meno anguste, pervenne a riprodurre artificialmente il polso *dicroto*, il *celere*, il *lento*, insomma le varie forme del medesimo; e conseguentemente argomentando che ogni data forma di polso naturale doveva riconoscere le medesime cause produttrici che la corrispondente forma di polso artificiale, stabilì che la causa precipua delle diverse forme del polso è il grado della tensione arteriosa variabile alla sua volta e proporzionale alla difficoltà maggiore o minore, con cui il sangue traversa le arterie e i capillari. In coerenza di che stabilì che se la tensione arteriosa è molta, come quando i capillari sono contratti e poco permeabili, si produce il polso *raro*, *poco ampio* o serrato, *poco* o *niente dicroto*, e la leva descrive una ascensione estesa. Se invece la tensione è debole, come quando i capillari sono ben permeabili e liberi, il polso è *frequente*, *largo*, *decisamente dicroto*, e la leva eseguisce una breve ascensione.

Dopo le esperienze dirette a questo scopo, Marey ne ha intraprese altre all'oggetto di determinare le forme del polso proprie e caratteristiche delle singole malattie. E il saggio di studii, che ha recentemente pubblicato intorno le malattie valvulari del cuore e gli aneurismi delle arterie, sono una caparra sicura della utilità, che la diagnostica è per ritrarre dallo sfigmografo. Che se certi caratteri del polso particolarmente relativi alle modalità dell'impulso sfuggiranno forse sempre alla capacità dello sfigmografo per non rivelarsi mai altro che alla delicatezza del tatto esercitato del medico, ciò non pertanto, riguardo almeno ai caratteri sfigmici relativi al ritmo, quell'istrumento non può non riuscire di gran vantaggio alla clinica, e perciò di molto merito all'inventore.



COME SI POSSANO OTTENERE DELLE VERIFICAZIONI SPERIMENTALI DELLA LEGGE CON CUI VARIA LA DURATA DELLE OSCILLAZIONI DEL PENDOLO AL VARIARE DELLA INTENSITA' DELLA GRAVITA'; NOTA DEL PROF. PIETRO DOMENICO MARIANINI.

Verso l'estremità *d* di un regolo *ed* (*Tav. III. fig.* 1.) sia infitto normalmente alla sua faccia anteriore rispetto a chi guarda la figura un cilindretto metallico *c*, il quale sporga alquanto anche dalla faccia posteriore, e sia egualmente distante dalle altre due facce longitudinali. Quella parte del cilindretto che sporge posteriormente entri a fregamento dolce in un foro cilindrico praticato in un altro regolo *ba*, e sporgendo colla sua estremità anche dalla faccia posteriore di questo secondo regolo, sia applicata a questa estremità una capocchia, la quale impedisca che il cilindretto sorta, ma permetta che il regolo *de* ruoti intorno all'asse del cilindretto restando fermo il regolo *ba*. Questo sia sostenuto da un apposito piede, e sia disposto orizzontalmente ed in modo che la sua faccia anteriore ri-

spetto a chi guarda la figura sia verticale. Al regolo stesso *ba* sia invariabilmente unito un arco circolare *bg*, il cui piano sia verticale, ed il cui centro sia nell' asse del cilindretto *c*; ed alla faccia posteriore del regolo *de* sia fissata una fibbia, la quale abbracci l' arco *bg*, possa scorrere lunghesso, e porti una vite di pressione, la quale serva ad assicurare il regolo *de* all' arco medesimo. Verso l' estremità *e* del regolo *de* sia fissato normalmente alla sua faccia anteriore e ad eguali distanze dai due lati maggiori di questa faccia un piuolo *f*, il quale sporga da essa quanto il cilindretto *c*. Dall' estremità di questo piuolo e dall' estremità anteriore del cilindretto *c* pendano due fili *fm*, *cn*, ai quali sia sospesa una sferetta metallica *s* mediante due uncinetti in essa infitti. Le lunghezze dei due fili *fs*, *cs* sieno tali che quando questi due fili sieno tesi entrambi, riesca retto l' angolo *fcs*. Il peso della sferetta *s* tenderà entrambi i fili soltanto finchè l' angolo *fcb* non supererà l' angolo *fsc*; e perciò sarà bene anco di dare ai detti fili lunghezze tali che questo angolo *fsc* riesca piuttosto grande.

Riteniamo che l' angolo *fcb* sia minore dell' angolo *fsc*. Se la sferetta venga rimossa dalla sua posizione di equilibrio stabile in modo che i due fili si mantengano tesi, e quindi venga abbandonata, essa eseguirà delle oscillazioni, ed il suo centro ad ogni oscillazione descriverà un arco di cerchio avente il centro nel punto di sospensione *c*, ed esistente nel piano inclinato passante per questo punto e perpendicolare alla retta che unisce i due punti di sospensione *f*, *c*. Potrà pertanto la sferetta così sospesa considerarsi come un pendolo semplice avente la lunghezza *cs* ed animato dalla gravità relativa al detto piano inclinato. E dando successivamente al regolo *de* diverse inclinazioni e facendo oscillare la sferetta *s* sotto ciascun di esse, si potrà verificare che le durate di queste oscillazioni sono in ragione inversa delle radici quadrate delle corrispondenti gravità relative.

Onde potere con facilità dare al regolo *ed* una dopo l' altra inclinazioni tali che le radici quadrate delle gravità relative alle corrispondenti inclinazioni del piano, in cui oscilla il pendolo semplice *cs*, abbiano tra loro de' rapporti semplici, si potrà costruire l' apparecchio in modo che il piano della faccia

posteriore del regolo *ed* sia un poco discosto dalla faccia anteriore del regolo *ba* ed applicare un piccolo piuolo, che chiamo *k*, ad un punto della linea mediana longitudinale di detta faccia posteriore a distanza dall'asse di rotazione *c* un po' minore del raggio interno dell'arco *bg*. Si potrà sospendere a questo piuolo un piombino *kp*, il cui filo riesca rasente alla faccia anteriore del regolo *ba*; e tracciare su questa diversi tratti verticali *q*, *r*, *t*, ec., le cui distanze da *c* sieno $\frac{16}{25}$, $\frac{25}{36}$, $\frac{36}{49}$, ec. della distanza tra *k* e *c*. Sarà così ottenuto lo scopo, poichè se si daranno successivamente al regolo quelle inclinazioni per le quali il filo del piombino va a corrispondere ai segni *q*, *r*, *t*, ec., si avrà che le corrispondenti gravità relative pel pendolo inclinato *cs* saranno ordinatamente $\frac{16}{25}$, $\frac{25}{36}$, $\frac{36}{49}$, ec. della gravità assoluta.

Essendo così disposte le cose, si prepari un pendolo sussidiario, il quale oscilli d'accordo col pendolo *cs* allorchè la sferetta *s* pende dal solo filo *cn*. Poi si faccia che la sferetta penda da entrambi i fili *cn*, *fm*, e si dia al regolo *ed* inclinazione tale che il filo del piombino vada a corrispondere al segno *q*; e, facendo allora oscillare il pendolo inclinato *cs* ed il pendolo sussidiario, si osserverà che quello fa quattro oscillazioni per ogni 5 di questo. Dando poscia al regolo *ed* tale inclinazione che il filo del piombino corrisponda al segno *r*, il pendolo inclinato farà 5 oscillazioni per ogni 6 del pendolo sussidiario. Quindi facendo che il filo del piombino corrisponda al segno *t*, il pendolo inclinato farà 6 oscillazioni per ogni 7 del sussidiario, e così di seguito. Per tal modo si avranno tante verificazioni della legge di cui si tratta.

Io non ho ancor fatto costruire l'apparecchio che descrissi. Ho però eseguita un'esperienza sul proposito. Ho assicurato un regolo portante due piuoli analoghi agli *f*, *c* in modo che facesse coll'orizzonte un angolo avente per coseno $\frac{25}{36}$, ed ho sospeso al piuolo più basso, analogo al *c*, un pendolo fisicamente semplice che faceva 120 oscillazioni ogni 60 minuti secondi. Ho legato poi una estremità di un altro filo al piuolo più alto, analogo all'*f*, e l'altra ad un apposito cuscinetto assicurato alla sferetta di questo pendolo, avendo data a questo secondo filo lunghezza tale che, quando la sferetta era abban-

donata, il primo filo riusciva normale alla retta congiungente i due punti di sospensione. Fatta oscillare la sferetta così sospesa, essa compiva 100 oscillazioni per ogni 60 minuti secondi; appunto come doveva accadere.

Anche in un pendolo composto si potranno ottenere verificazioni della stessa legge con analogo artifizio; facendo cioè che il suo asse di sospensione sia sostenuto ora orizzontale, ed ora più o meno inclinato. Ma si può in certa guisa ottenere lo stesso scopo anche tenendo l'asse di sospensione sempre orizzontale. A quest' oggetto ho preso un' asta parallelepipeda *ab* (*fig.* 2. o *fig.* 3.) lunga un metro e quattro decimetri, divisa in centimetri, al cui mezzo e normalmente alla sua faccia anteriore rispetto a chi guarda la figura è fissato un coltello amovibile, il quale si fa riposare col suo filo *c* su due cuscinetti orizzontali (sottintesi nelle figure) posti ad eguale altezza; così che il filo del coltello va a riuscire orizzontale. Feci costruire due fibbie eguali *de*, *fg*, nel cui vano può entrare l'asta *ab*, così che si può a questa applicarle e farle scorrere lungo la medesima. Queste fibbie mediante viti di pressione ponno assicurarsi all'asta; e furono effettivamente applicate ed assicurate una al disopra, l'altra al disotto del coltello, e ad eguali distanze dal suo filo. Dal mezzo di ciascuna delle due faccie anteriori di queste due fibbie, e così pure dal mezzo di ciascuna delle due posteriori, sorge normalmente ad esse un cilindretto solcato a vite. I due anteriori sono rappresentati in *h* ed *i*. Feci anche costruire otto dischi metallici egualmente pesanti, e quattro altri pesanti ciascuno la quarta parte di uno dei primi; i quali tutti sono forati ai loro centri in modo che ponno venire infilzati agli indicati cilindretti solcati a vite e poscia fermati per mezzo di madreviti. Nella figura 2. s'intendono rappresentati in *kl* parecchi di questi dischi sovrapposti, e nella fig. 3. in *kl* ed in *rs*.

In questo sistema allorchè non evvi applicato alcun disco, ma sibbene le quattro madreviti, avviene che il centro di gravità non è nella retta del filo del coltello; e ciò specialmente a motivo di un altro coltello ch'è fissato verso l'estremità inferiore dell'asta per altro uso cui essa è destinata, e che è inamovibile. Ho quindi applicata un' altra piccola fibbia *m* all'asta

stessa, e la ho fissata in posizione tale che il centro di gravità del sistema privo dei dischi si trovi in quella retta.

Con questo apparecchio si ponno ottenere delle verificazioni della mentovata legge. Sieno infatti applicati parecchi dei suddetti dischi ai cilindretti della fibbia *fg*, e niuno a quelli dell' altra fibbia. Il sistema sarà un pendolo composto. Si osservi che tutte le forze di gravità che animano questo sistema si ponno ridurre a due forze verticali, una passante per un punto dell' asse di sospensione, l'effetto della quale sarà distrutto, l' altra passante per un punto della retta *i* (così chiamando quella retta in cui sono gli assi dei due cilindretti della staffa *fg*); e questa sarà eguale al peso dei dischi applicati, il qual peso io indicherò con P. Pertanto l' azione della gravità sul nostro pendolo composto equivale, quanto all' effetto che noi vogliam considerare, ad una forza agente nella direzione stessa della gravità, applicata ad un punto della retta *i*, ed eguale a P. Ora si tolgano dalla fibbia inferiore alcuni degli indicati dischi, l' insieme de' quali abbia un peso minore di $\frac{P}{2}$, che chiamerò p; e si applichino (i dischi levati) alla fibbia superiore com' è indicato in *rs* (*fig.* 3). Ciò fatto il pendolo è ancora composto delle stesse parti; soltanto alcune hanno cambiato posto, ma non hanno cambiato distanza dall' asse di sospensione. Ed una medesima unica forza applicata ad un dato punto della verga *ab* produrrebbe lo stesso effetto di rotazione intorno all' asse di sospensione tanto prima come dopo del fatto cambiamento; ond' è che se il pendolo fosse sottratto all' azione delle gravità e fosse applicata ad un punto della retta *i* una forza verticale ed eguale a P, esso eseguirebbe le sue oscillazioni della stessa durata di quelle che eseguiva per la gravità prima del cambiamento fatto. Ma l' azione della gravità in questa seconda disposizione equivale a due forze verticali dirette all' ingiù, una passante per l'asse di sospensione, l'altra passante per un punto della retta *i* ed eguale a $P-2p$. Ora dunque dovrà il nostro pendolo oscillare come se non fosse stato fatto alcun cambiamento nella disposizione delle sue parti, e la gravità avesse variato nel rapporto di P a $P-2p$. Quindi, secondo la legge di cui si tratta, la durata di una oscillazione nella pri-

ma disposizione dovrà stare alla durata di una oscillazione nella seconda come $\sqrt{P-2p} : \sqrt{P}$; ciò che potrà verificarsi contando le oscillazioni che il pendolo eseguisce in due tempi eguali nelle due disposizioni date alle sue parti.

Sperienza 1ª. Avendo applicati alla fibbia inferiore tutti 12 i dischi suddetti, feci oscillare il sistema, e determinai con tentativi la lunghezza del filo di un pendolo fisicamente semplice in modo che questo oscillasse isocrono a quello. Poscia ho tolti dalla fibbia inferiore quattro dei dischi più pesanti, e li applicai alla fibbia superiore. Così, mentre prima era applicato alla fibbia inferiore un peso come 36 (prendendo per unità il peso di uno dei piccoli dischi), si è poi da essa levato un peso come 16 e lo si è applicato alla fibbia superiore. Doveva dunque il pendolo composto, nella nuova disposizione dei dischi, oscillare come se si fosse mantenuta la disposizione primitiva, ma avesse variato la gravità nel rapporto di 36 a $36-2.16=4$. Pertanto la durata di una delle nuove oscillazioni doveva stare alla durata di una delle precedenti come $\sqrt{36} : \sqrt{4} = 3 : 1$. E ciò fu verificato dalla sperienza; giacchè, deviati dalle loro posizioni d' equilibrio stabile ed abbandonati simultaneamente il pendolo semplice ed il composto, si vide che questo faceva una oscillazione per ogni tre di quello; nè si potè scorgere divario sensibile fino oltre 450 oscillazioni del pendolo semplice. Ed io ritengo che ove si facesse costruire l' apparecchio con migliori cautele, i risultati sarebbero anche più soddisfacenti.

Sperienza 2ª. Ho poi trasportati due dischi, dei quattro che vi erano, dalla fibbia superiore alla inferiore; e due dei quattro minori dischi li trasportai dalla fibbia inferiore alla superiore. In tale disposizione il peso applicato alla fibbia inferiore era come 26, e quello applicato alla superiore era come 10. Pertanto del peso come 36, che nella prima disposizione dei dischi era tutto applicato alla fibbia inferiore, una parte come 10 fu ora trasportata alla superiore; per cui il pendolo composto doveva ora oscillare come se, mantenuta essendo quella prima disposizione dei dischi, fosse variata la gravità nel rapporto di 36 a $36-20$ ossia di 9 a 4; onde, secondo la legge di cui si tratta, la durata di una oscillazione doveva essere $\frac{3}{2}$ della durata di una oscillazione nella prima disposizione me-

desima. E, messi in oscillazione il pendolo semplice ed il composto, si osservò che questo faceva appunto due oscillazioni per ogni tre di quello.

Altre sperienze di questo genere ho eseguite usando solo una parte dei dischi suddetti, ed alle quali corrispondono rapporti semplici tra le durate delle oscillazioni del pendolo composto nelle diverse disposizioni date ai dischi usati. Per esempio, applicando gli otto dischi più pesanti alla fibbia inferiore e *niun* disco alla superiore, poi trasportando tre dischi dalla fibbia inferiore alla superiore, si ha che le durate delle oscillazioni in queste due disposizioni devono avere il rapporto di 1 : 2. Ma, per verificarlo comodamente col mezzo del suddetto pendolo semplice, fu duopo determinare con tentativi la lunghezza in modo che esso andasse d'accordo col pendolo composto allorchè erano applicati gli otto dischi alla sua fibbia inferiore.

Onde poter fare speditamente parecchie sperienze di tal genere e nelle quali tutte si possa comodamente osservare la durata delle oscillazioni col confronto di quelle di un medesimo pendolo semplice nel quale non occorra mai variare la lunghezza, si potranno far costruire 12 dischi, uno de' quali pesi come 60, altri cinque pesino ciascuno come 24, ed i sei rimanenti pesino ordinatamente come 23, 21, 19, 17, 15, 13. Applicati allora alla fibbia inferiore tutti questi dischi pesanti complessivamente come 228, e fatto oscillare il sistema risultante, si determinerà con tentativi la lunghezza di un pendolo semplice in modo che oscilli isocrono al detto sistema. Si trasporterà poi dalla fibbia inferiore alla superiore il disco pesante come 23; dopo ciò il sistema dovrà oscillare come se, non essendo stato fatto questo trasporto, fosse invece variata la gravità nel rapporto di 288 a 242 ossia di $12^2 : 11^2$; onde il pendolo composto dovrà eseguire 11 oscillazioni per ogni 12 del semplice. Poi si farà passare dalla fibbia inferiore alla superiore anche il disco pesante come 21; ed il sistema dovrà oscillare come se, durando la prima disposizione dei dischi, la gravità fosse variata nel rapporto di $12^2 : 10^2$; ed effettivamente esso farà 5 oscillazioni per ogni 6 del pendolo semplice. In seguito si trasporterà dalla fibbia inferiore alla superiore anche il disco

pesante come 19; e, quanto alle durate delle oscillazioni, potrà ritenersi che i dischi sieno ancora tutti applicati alla fibbia inferiore e che la gravità sia variata nel rapporto di $12^2 : 9^2$; ed il pendolo composto eseguirà di fatto 3 oscillazioni per ogni 4 del semplice. E così si potrà continuare finchè sieno portati in alto tutti sei li dischi pesanti come 23, 21, 19, 17, 15, 13; nella quale disposizione il pendolo composto dovrà oscillare come se, essendo i dischi tutti alla fibbia inferiore, la gravità fosse diminuita nel rapporto di 12^2 a 6^2; e dovrà perciò fare una oscillazione per ogni 2 del semplice. Si potrà poi anche, volendo, continuare questa serie di sperienze, giungendo fino alla disposizione in cui il pendolo composto dovrà oscillare come se i dischi fossero ancora tutti applicati alla fibbia inferiore, ma la gravità fosse variata nel rapporto di 12^2 ad 1^2. Ed infatti, per trasportare dalla fibbia inferiore alla superiore un peso come 11, basterà trasportare da quella a questa un disco da 24, e da questa a quella il disco da 13; indi, per trasportare dalla fibbia inferiore alla superiore un peso come 9, basterà far passare in alto un altro disco da 24, e rimettere in basso il disco da 15; e così di seguito. Però nelle ultime sperienze di questa serie sarà più difficile che nelle prime ottenere una sufficiente esattezza.

Un' altra serie di sperienze analoga alla precedente potrà farsi mediante 11 dischi aventi i loro pesi proporzionali ai numeri 58, 22, 22, 22, 22, 21, 19, 17, 15, 13, 11. Un' altra ancora potrà farsi mediante 10 dischi pesanti in proporzione dei numeri 45, 20, 20, 20, 20, 19, 17, 15, 13, 11. Ed in generale, indicando con n un numero intiero, una serie di sperienze analoga alla indicata si potrà effettuare col mezzo di $2n$ dischi aventi i loro pesi proporzionali ai numeri n^2+4n, $4n$, $4n$,.... (il $4n$ dee intendersi scritto $n-1$ volta), $4n-1$, $4n-3$, $4n-5$,.... $2n+1$; e così pure col mezzo di $2n+1$ dischi pesanti ordinatamente come n^2+6n+3, $4n+2$, $4n+2$,.... (il $4n+2$ dee intendersi scritto $n-1$ volta) $4n+1$, $4n-1$, $4n-3$,.... $2n+1$.

I due indicati artifizii, coi quali si ponno fare aumentare le durate delle oscillazioni di un pendolo come accadrebbe se la gravità venisse a diminuire sino ad un dato grado, sono

analoghi ai due artifizii del piano inclinato del Galileo, e della macchina d'Atwood, coi quali si fa nascere in un grave un moto eguale a quello ch'esso concepirebbe, cadendo liberamente, qualora la gravità fosse in un dato rapporto diminuita.



INTORNO AD ALCUNI FENOMENI STRAORDINARJ OSSERVATI IN SIENA NEL DICEMBRE 1860; NOTA DEL PROF. C. TOSCANI.

Se il nostro Stabilimento Meteorologico ebbe a registrare nel mese di Febbrajo del 1860 una serie di fatti di non lieve momento, non meno fecondo fu per noi il Dicembre del testè decorso anno; tralasciando di dire qui di alcuni, forse non meno importanti ma che reclamano un diligente raffronto con altri simili, parlerò in questa relazione: 1°. di una depressione barometrica osservata il dì 9 e che non ebbe l'eguale nei 22 anni d'osservazioni regolarmente condotte: 2°. di un bolide che la sera del 16 si dileguò con forte detuonazione non molto lungi da questa città: 3°. finalmente di una pioggia colorata caduta entro le mura della città stessa, il 28 e che si ripetè il 31 Dicembre e il 1° Gennajo.

Straordinaria depressione della colonna barometrica.

Avvisato la mattina del 9 Dicembre dall'incaricato delle osservazioni meteorologiche che la colonna barometrica presentava un forte abbassamento, ordinai che fossero eseguite osservazioni a certi intervalli, intervalli che dopo il mio arrivo furono ridotti a 15; alquanto agitato appariva il minimo ma la depressione aumentava lentamente e con somma regolarità, la minore altezza fu raggiunta alle ore 2 $\frac{3}{4}$ pom. e rimase stazionaria fino alle 3 $\frac{1}{4}$ circa, dopo di che, incominciò un sollevamento egualmente lento e regolare; l'altezza minima fu 705,17 cioè millimetri 26 sotto la media per Siena e di circa 2 mil-

limetri inferiore alle minime dei due decenni precedenti. Alcuni giudicarono quella notevole diminuzione di pressione atmosferica foriera di spaventevole temporale, ma io non partecipavo alle loro apprensioni, perchè rassicurato dalla lentezza e regolarità dei movimenti; infatti il vento di SO che spirò gagliardo, se si vuole, la sera e la notte successiva non presentò però nulla di straordinario quanto alla sua violenza. Raffrontando lo stato barometrico e atmosferico, dei giorni 27 Febbrajo e 9 Dicembre, sempre più ci si convince che, in siffatti pronostici, giova meglio por mente alla maggiore o minore regolarità e rapidità che all' ampiezza delle escursioni.

Bolide.

La sera del 16 l' aria era pura e calma come non si era veduta da molto tempo. A 9 ore e un quarto circa, cioè alquanto dopo il tramonto della luna, e così sotto un cielo splendido di stelle ma scarso di luce, la città fu istantaneamente illuminata da un globo di fuoco che procedendo da Ovest a Est la traversò poggiando un poco al lato Nord. Quanti a quell' ora si trovarono per le vie e per le piazze della città furono concordi nell' affermare che gli edifizi apparvero molto più illuminati di quello che non lo siano, nelle più favorevoli condizioni, da luce di luna. Nel raccorre notizie intorno a quella meteora, ch'io non vidi, perchè chiuso nel mio gabinetto, incontrai discrepanza d' opinioni intorno al suo splendore, chi lo paragonava a quello della luce quieta del nostro satellite, chi a quello della folgore, chi finalmente allo splendore di corpo allo stato d'incandescenza, tutti però convennero di uno scintillare vivissimo e di una tinta bluastra rimandata dai corpi rischiarati da quella luce. Le scintille, lanciate a distanza, presentavano tinte diverse, ora sembravano rosse, ora bleu, ora violacee. Il diametro apparente di quel globo di fuoco, che non stenteremo a caratterizzare per un bolide, era secondo i più prossimamente quello della luna piena vista sull'orizzonte. Poco dopo il passaggio, e mentre la città era tornata in preda all' oscurità, si udì una forte detuonazione alla quale io stesso mi riscossi non senza presentirne la cagione e cruccioso per non essere stato spetta-

tore della meteora. La detuonazione poteva paragonarsi a quella di una bomba che esplode a non molta distanza. L'intervallo tra il passaggio del bolide e il giungere a noi del rumore prodotto nel suo dileguarsi, fu variamente apprezzato, ma dal riscontro di alcuni fatti compiutisi in quel tempo, credo poterlo ritenere non maggiore di 90 e non minore di 85 secondi (1).

Mancando di osservazioni atte a determinare la trajettoria di quell'asteroide pensai ricorrere alle leggi dell'acustica per fissare almeno la posizione del punto in cui esso si dileguò, ma occorreva per quell'intento un'altro elemento, voglio dire l'angolo di una visuale, condotta a quel punto, coll'orizzontale; valendomi delle osservazioni di varii spettatori che essendo sulla Piazza del Campo dal lato di ponente videro la meteora risolversi dal lato opposto in tante scintille e al modo di un razzo come essi dicevano, fui in grado di determinare con una certa esattezza anche quell'angolo che risultò da molti riscontri di gradi 20. Accettando i 90″ come intervallo tra il giungere del romore e l'esplosione, e adottando l'ipotesi di una temperatura uniforme su tutte le falde d'aria in vibrazione, e precisamente di $0^{o},9$ quale era per noi in quell'ora, la formula di La Place dà per velocità $V = 328^{m},07$, e quindi per valore prossimo maggiore della distanza, 29500^{m} circa. Ciò ammesso, e ritenendo di gradi 20 l'angolo coll'orizzontale, l'altezza corrispondente del punto dell'esplosione sarebbe stata 10 chilometri. Supponendo ora, ciò che generalmente si ritiene, che la temperatura, inalzandosi nell'atmosfera, diminuisca di 1° per ogni 200^{m} e tornando a calcolare la velocità del suono per la tem-

(1) Persona meritevole di piena fiducia mi fu cortese del dato il più sicuro per quella determinazione col dirmi, che, dileguatosi il bolide, con passo ordinario movendo dalla Piazza Tolomei s'avviò alla Dogana ed aveva digià percorsa la metà della piazza che conduce alle Belle Arti quando udì l'esplosione.

In una Farmacia nacque contesa su quell'argomento; io allegai il fatto sopra citato che mi dava, al più una durata di 90″; il Farmacista, che riteneva fossero stati invece 5′, volle persuadermi col posare sul banco l'orologio e col ripetere tutti i discorsi passati in quell'intervallo fra varii interlocutori e tutti i fatti conosciuti; ma rimase altamente sorpreso quando ultimato il suo racconto trovò che l'orologio non dava che 90″. La coincidenza non poteva essere più favorevole.

peratura a 10 chilometri si ottiene $V' = 294^m,77$. Se, finalmente, adottata per velocità del suono la media $\frac{V + V'}{2}$, calcoliamo di nuovo la distanza del punto in cui il bolide esplose, ne resulta un valore assai prossimo espresso da 28* chilometri; distanza le cui projezioni, verticale e orizzontale, hanno respettivamente, per lunghezza 9 e mezzo e 26 chilometri; quest'ultima cifra starebbe a convalidare e sarebbe convalidata dall'asserto di spettatori che, situati a 16 miglia da Siena dal suo lato E, dissero aver veduta la meteora dileguarsi al loro zenit. Da quei dati e da quei calcoli resulterebbe che il bolide del 16 Dicembre si estinse ad un altezza minore di quella assegnata da Petit pei bolidi veduti in Francia il 27 Ottobre 1844 e il 21 Marzo 1846, altezza che era già la minima delle 24 calcolate a tutto il 1852.

Nulla sappiamo di positivo intorno alla posizione e alla distanza del punto d'accensione, nulla pertanto relativamente all'altezza a cui passò sopra Siena; ma se dobbiamo argomentare dalla niuna impressione prodotta da quella meteora sull'animo degli abitatori delle prime colline del Valdarno Inferiore, e così ad una distanza sulla direzione O di circa 30 chilometri, e che pure l'avvertirono, siamo portati a concludere che, o l'accensione si effettuò in vicinanza allo zenit di questa città, o la trajettoria formava coll'orizzontale un angolo molto ardito. Malgrado certe istruzioni generali, da me date all'incaricato per il caso di fenomeni straordinarii, non furono disgraziatamente eseguite osservazioni meteorologiche immediatamente dopo il passaggio del bolide, per cui non sappiamo se questo arrecasse momentanei sbilanci di temperatura, di umidità, o di pressione. Osservando ciò che segnava l'igrometro a una medesima ora, per esempio alle 3 pom. nei giorni 16, 17 e 18, leggiamo nei registri le seguenti cifre corrispondenti, 61, 57, e 87. La sera e la notte del 17 cadde neve accompagnata da violentissime scariche elettriche che per molto tempo interessarono l'atmosfera che sovrasta alla città, il romore di ciascun tuono durò anche qualche minuto primo.

Un terzo fenomeno assai singolare, per le circostanze che lo accompagnarono e per le sue particolarità, ebbe luogo il 28 dello stesso mese e si ripetè il 31 detto e il 1°. Gennajo. La mattina del 28 mentre tutt'attorno pioveva, in una parte della città e dal suo lato nord cadde acqua di colore rosso giallognolo più o meno intenso secondo la posizione; le singolarità a *cui* sopra alludevo sono queste: 1° il 31 Dicembre e il primo Gennajo il fenomeno si ripetè precisamente nella medesima periferia; 2° la materia colorante era talmente sciolta e immedesimata col liquido, che passava con esso attraverso ai filtri; il liquido era limpidissimo, neutro, e il suo colore resisteva all'azione, della luce, del calore e di molti altri agenti. Osservazioni microscopiche comparative nulla mi offrirono di significante; è poi indubitato che il colore non derivava da quei pochi germi organici che vi rinvenni col più potente ingrandimento di un microscopio dell'Amici. Essendo il fenomeno occorso mentre io era assente, i Professori Gabbrielli e Campani presero a studiarne i particolari, per cui, mentre attendiamo da quelli Scenziati un accurato lavoro, mi limiterò alle cose esposte sui caratteri di quel liquido, e rientrando nelle cerchia della meteorologia e della fisica passerò invece ad alcune considerazioni intorno alla misteriosa formazione di quella tinta che l'analisi dimostrerebbe d'origine organica.

Abbiamo detto che le osservazioni al microscopio escludono la presenza di corpicciuoli cui possa riferirsi quel colore; se la tinta deriva da esseri, che poi non si rinvengono nel liquido, bisogna pur dire che qualche potente azione li ha distrutti senza alterare sensibilmente il colore. Una semplice disorganizzazione operatasi alla superficie della terra non vale a spiegare il fatto; imperocchè, sappiamo che non solo l'evaporazione spontanea ma puranco l'ebullizione producono sempre vapori incolori. Se per spiegare il sollevamento dal suolo di quelle acque già colorate per la supposta decomposizione, volessimo far ricorso all'ipotesi di trombe, di uragani, di quelle forze in somma di cui dispone natura e che hanno altra volta occasionato pioggie e nevi cariche di esseri microscopici e per

anco di animaletti relativamente assai pesanti, resterebbe poi a spiegarsi l'assenza, non che di corpi, di resti organici nelle acque piovute il 28 e successivi; non bisogna perder di vista che quell'acqua sembrava distillata, tanto era limpida, e che non lasciava deposito di sorta anche a capo di molti giorni.

Queste considerazioni mi porterebbero a credere che non una semplice disorganizzazione ma una decomposizione o distruzione completa siasi operata e non sulla terra ma nell'atmosfera. Senza avere la pretensione di stabilire delle analogie, dirò qui di un modo da me tenuto per riprodurre il fenomeno. Ridotto incandescente un crogiuolo di platino per mezzo di una potente eolipila a getto verticale, projettai in essa, ora una soluzione di cocciniglia ora delle larve ammollite di quell' insetto che si costituirono tosto allo stato sferoidale; sopra al crogiuolo disposi un lungo tubo di vetro che terminava a imbuto dalla sua parte inferiore, cosicchè il crogiuolo rimanesse entro l'accampanatura del tubo stesso; alquanto al disopra del tubo e un poco obliquamente presentai una lastra pure di vetro che era stata precedentemente esposta ai vapori d'acqua; smorsato il lume di lì a poco cessava lo stato sferoidale, il liquido colorato e le larve aderivano e si otteneva così un' evaporazione subitanea; i vapori ascendenti sembravano incolori, le goccie d'acqua che si raccoglievano ai bordi della lastra apparivano limpidissime ma color cocciniglia. Nel caso che io usassi di vere larve i primi vapori erano atti a colorare in rosso; in appresso, incominciata cioè la carbonizzazione, coloravano in giallo, per cui sulla lastra si otteneva un rosso giallognolo molto simile a quello dell' acqua piovuta il 28. Per derivare dunque vapori colorati tenuissimi da liquidi o da sostanze organiche colorate basta un istantaneo inalzamento di temperatura portato fino ad un grado prossimo a quello sotto il quale si produce lo stato sferoidale. In una quistione così ardua, lasciando ad altrui il campo delle congetture e seguitando a farla da storico, dirò di altri fatti che tutti possono costatare.

1°. Nell' aria fu calma perfetta il 27, 28, 30, 31 Dicembre e 1°. Gennajo.

2°. La pioggia rossa cadde in una zona la cui maggior lunghezza, e molto maggiore, si stendeva da ponente a levante

in quella direzione cioè in cui procedeva il bolide la sera del 16.

3°. Il bolide poggiava al Nord di Siena e da quel lato cadde la pioggia.

4°. La pioggia fu molto più colorata e più copiosa il 28 che nei giorni successivi, e la tinta più smorta si ebbe l' ultimo giorno, cioè il 1°. Gennajo, circostanza che farebbe sospettare che la materia colorante scendesse dalla regione superiore, a quella delle nubi per forza di gravità.

5°. La storia registra due altri fatti di piogge colorate che a qualche giorno di distanza tennero dietro al passaggio di bolidi.



DETERMINAZIONE DEL TEMPO E DELLA LATITUDINE GEOGRAFICA DEI LUOGHI COLL' USO D' UN SEMPLICE CANNOCCHIALE; DI FRANCESCO CARLINI.

Nell'anno 1847 essendo stato richiesto di leggere qualche mio scritto in una delle sessioni dell'Accademia fisio-medico-statistica che l'anno innanzi era stata fondata in Milano, presi per argomento un metodo col quale un viaggiatore munito d'un solo telescopio, e senza il corredo di archi di circolo o di circoli interi divisi, potesse determinare la latitudine geografica dei luoghi ove avesse comodità di fermarsi (1). Questo

(1) La Memoria venne pubblicata per semplice estratto, e nel diario del di 28 Maggio 1847, il segretario ne ha data una notizia colle seguenti parole:

« Carlini legge una Memoria, ove propone di alleviare ai dotti viaggiatori il corredo delle macchine necessarie a determinare le latitudini, col surrogarvi semplicemente un cannocchiale munito d' un livello a bolla d'aria, ed espone il metodo con cui questa determinazione può ottenersi facilmente e con grande esattezza.

« La lunghezza opportuna del fuoco della lente oggettiva, perchè ingrandisca sufficientemente gli oggetti, è da lui fissata mediante una formola dedotta dalle dimensioni registrate nel catalogo di stromenti ottici di Fraunhofer; coll' uso della quale, data la lunghezza suddetta, si può calcolare l'apertura della lente obbiettiva e il fuoco dell'oculare.

lavoro era allora per me una semplice esercitazione teorica; poichè nell'Osservatorio nostro aveva mezzi e più comodi e più esatti per ottenere quell'elemento insieme agli altri che costituiscono il fondamento della pratica astronomica. Solo nel corrente anno, essendo stato onorato dell'incarico di recarmi in Spagna sulla linea dell'ecclisse centrale ch'ebbe luogo il 18 Luglio, richiamai le mie antiche idee, e feci realmente applicare ad un eccellente cannocchiale acromatico di Ramsden di 3 pollici inglesi di apertura, i pezzi accessorj che occorrevano per adattarlo all'uso da me ideato. Consistevano questi in un asse d'acciajo unito saldamente al tubo di ottone in modo di formare un angolo invariabile coll'asse ottico del cannocchiale, in un livello ad uncini da appendersi all'asse medesimo, in un livello più piccolo fisso alla colonna e perpendicolare all'altro e in un telajo di fili sottilissimi posti stabilmente nel fuoco dell'oculare. Il congegno vedesi nella unita figura.

Cercai in pari tempo il modo di estendere l'uso del mio apparato alla determinazione non solo della latitudine geografica, ma ancora del tempo contato nel sito dell'osservazione. E siccome quest'indagine mi conduceva al noto problema trattato dal Gauss e da altri matematici, nel quale si cercano gli elementi sopraccennati per mezzo del tempo in cui tre stelle di data posizione arrivano alla medesima altezza, esaminai particolarmente i casi speciali nei quali la soluzione del problema conduce a formule non troppo complicate.

Questo stesso argomento venne pure trattato nel 1855 dal celebre Astronomo Walz (il quale sicuramente non aveva notizia del breve sunto della mia lettura che ho qui riferito), il quale stese le sue indagini anche alle regole che servono a definire gli azzimutti degli astri e le longitudini terrestri. Ho perciò creduto opportuno di riunire in questa Nota tuttociò che può giovare a quei viaggiatori che volessero valersi dei nostri metodi, e quindi l'ho divisa in tre parti. Nella prima ho riportato il mio antico scritto quale fu letto nell'adunanza del-

« La tabella di esse quantità costrutta dall'Ugenio vale solo pei can-
« nocchiali semplici; laonde il nostro socio ne presenta un'altra pei
« cannocchiali acromatici ».

l'Accademia milanese; nella seconda ho aggiunte le regole colle quali facendo uso d'un semplice cannocchiale ed evitando i calcoli troppo faticosi, si può, oltre la latitudine, determinare l'andamento d'un orologio, e nella terza ho data la traduzione della Memoria del sig. Walz.



PARTE PRIMA

Modo di determinare la latitudine geografica dei luoghi coll'uso di un semplice cannocchiale (1).

Non vi ha dubbio che le strade mirabilmente migliorate in questo secolo e i mezzi di trasporto resi celeri, comodi e in ogni parte moltiplicati, nel tempo stesso che hanno dato impulso al commercio ed all'industria, sono riusciti di grande vantaggio al progresso delle scienze fisiche, statistiche e naturali. Dotti viaggiatori percorrendo in ogni senso non solo l'Europa, ma le regioni più civilizzate delle altre parti del mondo hanno saputo raccogliere abbondante messe di notizie che il professore sedentario non poteva procurarsi stando nel suo gabinetto, per quanto fosse ricco di libri e rarità d'ogni maniera. Di questi singolari vantaggi però assai meno degli altri hanno potuto godere i coltivatori della geodesia e della geografia astronomica, le quali scienze se ne' paesi nostri hanno fatto progresso, lo hanno fatto non per l'opera de' privati, ma pel felice concorso dei più illuminati Governi. Infatti il viaggiatore isolato difficilmente può procurarsi le voluminose macchine, le quali sono indispensabili, sia per l'esatta formazione di reti trigonometriche, sia per la determinazione delle longitudini e latitudini riferite ai punti fissi della sfera; e quando ancora le abbia, conviene che si sottoponga a grave dispendio pel loro trasporto; giacchè troppo pericolosa cosa sarebbe l'affidare le casse che le contengono alla negligente custodia dei conduttori delle pubbliche diligenze. Ma diamo ancora che un ricco signore che voglia impiegare le sue facoltà in modo più lodevole di quello che comunemente si faccia, non tema di viaggiare per la posta col voluminoso accompagnamento di circoli, di teodoliti, di pertiche per la misura delle basi, di pendoli e di altri attrezzi necessarj ai geografici lavori, come potrà con essi attraversare le moltiplicate linee di dogane, che in Italia massi-

(1) Memoria letta nella Radunanza dell'Accademia Fisio-medico-statistica di Milano del dì 28 Maggio 1847.

me ed in Germania separano i microscopici principati in cui queste parti d'Europa sono minutamente suddivise? Come otterrà, quando non abbia una missione governativa, il permesso di salire sulle alte torri e di dimorarvi nelle ore del giorno e della notte, di piantar segnali, di tagliar gli alberi che ingombrano le visuali, e di essere protetto dall'autorità pubblica ne' suoi lavori sull'aperto terreno? In conseguenza di tante difficoltà, noi vediamo con dispiacere che i celebri viaggiatori che hanno percorso la nostra Penisola, gli Humboldt, i Brocchi, i Ruppel, i De Buch ed altri non pochi, hanno dovuto limitarsi a raccogliere delle osservazioni barometriche, mentre con maggior libertà hanno potuto dedicarsi alle grandi operazioni della geografia fralle nomadi popolazioni dell'Affrica, della Siberia e della Colombia.

A me pure era nato il desiderio di determinare per mio studio privato alcune posizioni geografiche a compimento di que' lavori che per vie diplomatiche erano stati ordinati dai Governi d'Austria, di Francia e di Piemonte: nei quali, unitamente ad uno dei socj di quest'Accademia, ebbi la sorte di prendere qualche parte. Ho perciò rivolto il pensiero ad indagare un metodo col quale senza grande apparato di macchine si possa determinare la latitudine geografica d'un paese.

I dati del problema che mi sono proposto sono: 1°. un buon cannocchiale astronomico; 2°. un perfetto livello a bolla d'aria, 3°. un cronometro di mediocre bontà e di piccole dimensioni.

Il cannocchiale dovrà avere un'apertura sufficiente a rendere visibili di notte e nel crepuscolo le stelle fino alla quinta grandezza; l'ingrandimento poi non dovrà essere minore di cento volte onde poter giudicare nel puntare agli astri dello spazio d'una piccola frazione di minuto secondo.

Il tubo del cannocchiale sarà di metallo assai solido, ma dovrà per esso evitarsi il lusso affatto inutile, anzi nocivo, d'un perfetto pulimento. In verità io non vedo il motivo pel quale i moderni macchinisti tanto s'affaticano a rendere lucidi come specchi i sostegni degli stromenti, moltiplicando con ciò gli incomodi riflessi della luce che dà negli occhi degli osservatori; oltre di che le superficie ridotte a pulimento avendo la proprietà di respingere le irradiazioni calorifiche, rendono più tardo l'e-

quilibrio del calorico della macchina con quello dell'aria esteriore. Il tubo del cannocchiale ch'io propongo dovrà essere di ferro o di rame tinto in nero; l'osservatore prima di porsi in viaggio avrà cura di distaccarne le lenti e riporle nel baule framezzo alla biancheria; il tubo poi munito d'un fondo a vite si farà servire di custodia agli ombrelli, e così passerà alle dogane come parte dell'equipaggio che il viaggiatore ha diritto di portar seco.

Lo stesso dicasi del sostegno del cannocchiale, che potrà essere in forma di tubo con tre piedi a cerniera. Questo sostegno avrà inferiormente due finestrelle, entro le quali si farà passare il livello a bolla d'aria, che poserà su due puntelli della forma della lettera V. La bolla sarà lunga tanto, quanto basti perchè i suoi due estremi rimangano fuori della grossezza del piede, e possano riferirsi ad una scala divisa in millimetri.

L'unione del tubo col piede sarà del pari a cerniera, ed avrà le necessarie viti colle quali, diretto il cannocchiale all'altezza stabilita, possa ivi fermarsi in modo che componga col piede e col livello un sistema rigido invariabile. In questo congegno poi non occorrono nè viti micrometriche, nè archi divisi.

Nel fuoco dell'oculare vi sarà un telajo portante un filo verticale e quattro orizzontali, tre dei quali fissi ed uno mobile col mezzo d'una vite alquanto fina.

Al tubo sarà fermamente applicato un asse tornito di acciajo giacente nel piano verticale che passa per l'asse ottico della lente, ai due estremi del quale si sospenderà il livello, che si toglierà finite le osservazioni (1).

Per ultimo il cronometro potrà essere di quelli tascabili e di non grande valore, giacchè per l'uso a cui lo destiniamo basterà che conservi il tempo coll'esattezza di 3 o 4″ nel corso di 24 ore.

Un astronomo che per istabilire la latitudine del proprio

(1) Nell'esecuzione di questo progetto l'asse non si è fatto passare per le due finestrelle accennate sopra, ma si è applicato esteriormente come nella figura.

Osservatorio ricorresse ai cataloghi di stelle ed alle osservazioni contemporanee fatte altrove, non soddisfarebbe in modo compiuto alla propria missione, essendo indispensabile che in quei luoghi da dove devono provenire i dati fondamentali dell'astronomia, la latitudine geografica, la quale costituisce il principio di numerazione delle altezze degli astri che si osservano, sia determinata in modo indipendente dalle osservazioni altrui. Non è così del viaggiatore, il quale avendo mezzi meno estesi per le sue determinazioni deve profittare delle ascensioni rette e delle declinazioni delle stelle registrate nei più recenti cataloghi e ridotte alla loro posizione apparente per mezzo delle tavole astronomiche.

Supponiamo che col nostro cannocchiale si punti ad una stella di data declinazione nell'istante che passa pel meridiano dalla parte del sud, e si procuri il perfetto contatto col filo orizzontale mobile per mezzo della vite. Poichè la scelta della stella è arbitraria supporremo che se ne sia fra molte assunta una la cui distanza meridiana dal zenit non differisca più di un grado e mezzo dalla distanza del polo dal zenit medesimo. È facile il veder che questa scelta potrà essere stata fatta in prevenzione, poichè sarà raro il caso che la latitudine geografica che si cerca di determinare, non sia già nota prossimamente entro pochi minuti.

Appena eseguita la collimazione, si notino i punti che gli estremi della bolla del livello (il quale come si è detto forma un angolo invariabile coll'asse ottico del cannocchiale) segnano sulla scala dei millimetri. Volgasi dopo di ciò il cannocchiale verso il nord e colle viti del piede si riconducano gli estremi della bolla sulle divisioni di prima; è certo che la stella polare, la quale all'epoca attuale si scosta di 90′ dal polo, in alcuno dei punti del circoletto che descrive verrà a cadere sul filo del micrometro col quale già si collimò sull'altra stella. L'istante in cui dovrà accadere una tale coincidenza potrà essere preveduto almeno entro il limite di una mezz'ora e così l'osservatore non sarà obbligato a stare all'erta tutta la notte. Esso avrà l'avvertenza, avvicinandosi l'ora, di tenere continuamente il livello a sito, e di non muovere per nulla la vite del micrometro, attendendo l'istante in cui la stella polare ver-

rà col suo lento moto in altezza ad attraversare il filo, il quale istante sarà registrato col mezzo dell'orologio a secondi.

Il tempo dell'orologio dovrà essere ridotto a tempo sidereo; ond'è necessario conoscere il suo errore a mezzodì ed il suo andamento diurno. Questi dati non sono difficili a trovarsi, avendo noi il mezzo di collocare l'asse ottico del cannocchiale e di conservarlo ad una altezza costante; giacchè, quantunque l'angolo che il suddetto asse ottico fa coll'orizzonte non sia conosciuto, potremo sempre avere l'ora del passaggio pel meridiano del sole o d'una stella col noto metodo delle altezze corrispondenti. Se si tratta del sole, osservando gli appulsi dei due lembi ai quattro fili orizzontali, si avranno otto termini per la determinazione del mezzodì, fra i quali prendendo il medio si otterrà un'esattezza più che sufficiente al nostro scopo; se si tratta d'una stella, si avranno quattro appulsi che daranno la culminazione di essa e quindi il tempo sidereo.

Ridotta in tempo sidereo l'ora in cui la stella polare ha passato il filo orizzontale, se ne dedurrà per mezzo dell'ascensione retta apparente data dalle effemeridi il corrispondente angolo orario. Con questo dato e colla declinazione della polare si calcolerà (adoperando le formule del Littrow, oppure quelle semplificate che ho esposte anni sono nelle effemeridi astronomiche di Milano) la differenza δ fra il complemento della latitudine del luogo, che rappresenteremo coll'incognita ϕ, e la distanza parimente incognita dal zenit, che chiameremo d. Ma quest'incognita è la medesima distanza dal zenit della stella osservata al sud e che è rappresentata da $90^\circ - \phi - d$, essendo d la declinazione calcolata della medesima stella. Avremo dunque l'equazione

$$90^\circ - \phi - d = \phi - \delta,$$

nella quale d e δ essendo quantità date, si deduce

$$\phi = 45^\circ - \frac{1}{2} d + \frac{1}{2} \delta .$$

In questo calcolo non è necessario tener conto della rifra-

zione della luce, essendo questa comune ed eguale nelle due distanze dal zenit osservate.

Lo studio maggiore che questo metodo esige, cade sull'opportuna scelta delle stelle da osservarsi al sud; e perciò ho creduto conveniente di renderlo piano con un esempio.

Supponiamo che le osservazioni debbano istituirsi in un luogo di cui si sappia che la latitudine è poco lontana da 45° 39' e l'epoca di esse sia nella state del corrente anno. Essendo cosa malagevole, adoperando un cannocchiale mancante delle divisioni che servono a fissarne la posizione, il ritrovare le stelle in pieno giorno, le osservazioni non potranno esser fatte che da 12 ore a 22 di tempo sidereo, il che comincia a stabilire un primo limite alle nostre indagini. Converrà allora, presa dalle effemeridi di Berlino o dal Nautical Almanac, l'ascensione retta e la declinazione apparente che avrà la polare verso la metà del prossimo Luglio, prima di tutto prepararci una tabella che ci somministri di ora in ora e dentro gli accennati limiti la quantità δ ossia la differenza fra il complemento della latitudine del luogo e la distanza della polare dal vertice. Noi rileveremo da questa tavola che durante la notte potrà la stella polare essere osservata fra 45° 48' e 43° 4' di distanza dal vertice. Ritenuta poi la latitudine del luogo prossimamente di 45° 39', ne seguirà che le stelle le quali potranno essere paragonate colla polare dovranno avere una declinazione compresa fra 9' di declinazione australe e 2° 35 di declinazione boreale ed un'ascensione retta compresa come si è detto fra 12 e 23h. La grandezza poi delle stelle non dovrà essere al disotto della quinta. Queste tre condizioni restringono assai il numero delle stelle che possono essere scelte; infatti consultando prima il grande catalogo del Piazzi, indi il più recente del Santini, del quale ebbi già altra volta occasione di tenervi discorso, non raccolsi che dodici stelle che abbiano tali requisiti; esse sono qui appresso registrate.

Numero	Nome	Grandezza	Asc. retta media 1847,5	Declinazione media 1847,5	Catalogo	Ora in cui la polare ha la stessa distan. dal zenit	Intervallo fra le osserv. delle due stelle
1	η Vergine	3.4	12h 12′ 6″,3	+0° 10′ 52″,7	Santini	15h 58′	+3h 44
2	ζ Vergine	4	13 26 55,6	+0 11 5,0	Santini	15 56	+2 30
3	τ Vergine	4.5	13 33 55,3	+2 17 3,4	Santini	21 50	+7 56
4	109 Vergine	4	14 38 32,2	+2 32 24,3	Piazzi	22 45	+8 6
5	M 176 Santini	5	15 20 56,4	+2 22 30,7	Santini	22 8	+6 48
6	σ Serpente	5	16 14 21,6	+1 23 31,9	Piazzi	19 17	+3 3
7	λ Ofiuco	4	16 23 13,5	+2 19 18,2	Santini	21 57	+5 34
8	70 Ofiuco	4.5	17 57 44,7	+2 32 33,9	Santini	22 48	+4 51
9	I 216 Santini	5	18 19 24,5	+0 6 35,3	Santini	15 57	+2 42
10	η Aquila	3.4	19 44 41,6	+0 57 10,8	Piazzi	17 20	+2 24
11	π Aquarjo	5	22 17 29,5	+0 36 18,4	Santini	17 17	+5 0
12	γ Pesci	4.5	23 19 15,1	+2 26 58,2	Santini	22 24	+0 45

L'osservare una dopo l'altra tutte le dodici stelle richiederebbe una permanenza sul luogo di molti giorni, giacchè difficilmente se ne potrebbe prendere più d'una per sera; volendo perciò fra esse fare una scelta, converrà prima di tutto preferire quelle di maggiore grandezza, indi quelle per le quali l'intervallo di tempo fra la collimazione della stella al sud, e la collimazione della polare è più piccolo; poichè passando minor tempo fra le due collimazioni vi è minor pericolo che per l'effetto della variata temperatura la posizione del sostegno del livello per rispetto all'asse ottico del cannocchiale, vada soggetta ad alterazione. Seguendo queste norme vedremo che la prima stella e la decima, cioè l'η della Vergine e l'η dell'Aquila, entrambe di 3.ª grandezza, sarebbero le più opportune all'intento.

Abbiamo detto che la bontà dell'obbiettivo debb'essere tale che senza danno della distinzione sopporti un ingrandimento di 100 volte. Volendo ora stabilire in modo preciso le di-

mensioni d'un cannocchiale, supposto che sia escito dalle migliori fabbriche, col quale si possa ottenere questo grado di ampliamento, ci converrà entrare in una digressione, la quale spero che non sia senza qualche interesse dal lato dell'ottica pratica.

Prima dell'invenzione delle lenti acromatiche i fabbricatori di cannocchiali nell'appropriare le oculari agli obbiettivi di diverse lunghezze seguivano una legge assai facile suggerita dall'Ugenio, secondo la quale il fuoco delle oculari era nella ragione delle radici quadrate del fuoco delle obbiettive.

Questa legge era stata stabilita col seguente raziocinio. Erasi riconosciuto che un cannocchiale di 25 piedi parigini di lunghezza e di 32 linee di apertura, produceva il miglior effetto quando ad esso si applicava una lente di 36 linee, vale a dire che, nell'atto che si aveva un notabile ingrandimento ed una sufficiente quantità di luce, il diametro dell'iride, ossia del circolo d'aberrazione, che era inevitabile nei cannocchiali ad obbiettivo d'un sol vetro, riusciva tollerabile all'occhio.

Ciò posto, volendo costruire un altro cannocchiale di dimensioni diverse da quello, ma di egual bontà relativa, conveniva prima di tutto che la luce che veniva all'occhio fosse di eguale intensità; doveva perciò essere l'apertura di questo secondo cannocchiale, che chiameremo a, all'apertura del primo che era di linee 32, come l'ingrandimento dell'uno (che è espresso da $\frac{F}{f}$, chiamata F la distanza focale dell'obbiettivo ed f quella dell'oculare) all'ingrandimento dell'altro $= \frac{25^{\text{piedi}}}{36^{\text{lin}}}$, ossia $= 100$. Onde risulta $a = \frac{32\ F}{100\ f}$. L'iride di diametro $= b$, misurata sull'immagine formata al fuoco della lente obbiettiva è proporzionale all'apertura, onde può prendersi $b = a$; ma essendo vista col mezzo dell'oculare diverrà $= \frac{a}{f}$, ossia $= \frac{32\ F}{100\ f^2}$. Questa aberrazione debb'essere identica con quella che sussisteva nel cannocchiale normale, ossia $= \frac{32 \cdot 60^2}{100 \cdot 36^2}$, onde si ha l'equazione

$$\frac{32\ F}{100\ f^2} = \frac{32 \cdot 60^2}{100 \cdot 36^2} = \frac{32}{36},$$

dunque, dividendo per 32

$$f=\sqrt{\frac{36}{100}F}=\frac{6}{10}\sqrt{F}, \text{ ed } a=\frac{32\,F}{100\,f}=\frac{32\sqrt{F}}{60}=\frac{8}{15}\sqrt{F}.$$

Si vede da ciò la grande difficoltà che la frangia colorata de' cannocchiali d'allora opponeva al perfezionamento della visione artificiale; mentre per avere un ingrandimento doppio conveniva costruire un tubo 4 volte più lungo; per avere un ingrandimento triplo un tubo 9 volte maggiore e così discorrendo.

Colla scoperta dell'acromatismo si sono potuti avere degli ingrandimenti che crescono in maggior ragione della lunghezza dei cannocchiali, ossia sono rappresentati da una quantità proporzionale alla lunghezza elevata ad una potenza maggiore dell'unità. Ma quale sia la cifra che più prossimamente rappresenta una tale potenza non credo che sia stato ricercato fin ora da alcuno. Dovendosi in simile ricerca procedere empiricamente, ho creduto miglior partito il sottoporre ad esame i dati del catalogo degli stromenti ottici pubblicati dal celebre Fraunhofer. In questo catalogo trovansi registrate le dimensioni, vale a dire il fuoco delle lenti obbiettive, le aperture e gli ingrandimenti, di 18 cannocchiali; ma da questa serie abbiamo dovuto escluderne dieci, cioè i cometarj n.^{i} 2 e 3, nei quali per l'uso a cui sono destinati si è sacrificato l'ingrandimento al vantaggio di procurarsi un gran campo di visione; il gigantesco rifrattore n.º 4, il quale per la sua grande apertura non pare che vada sottomesso alla legge generale degli altri, ed inoltre i cannocchiali marittimi sotto i n.^{i} 12, 13, 14, 15, ed i cannocchiali terrestri n.^{i} 16, 17, 18, i quali hanno un oculare composto di molte lenti, e di cui, eccettuato il 12 ed il 13, non è notato l'ingrandimento. Per ultimo fra i numeri rimanenti il 1.º, il 7.º e il 10.º avendo l'identica lunghezza focale si sono concentrati in un solo, preso il medio delle rispettive aperture ed ingrandimenti, e lo stesso si è fatto dei n.^{i} 8 ed 11. Si è così formata la seguente tabella, nella quale F rappresenta come sopra il fuoco degli obbiettivi, *a* l'apertura, espressi entrambi in linee del piede di Parigi, ed *i* l'in-

grandimento, presi sempre i massimi fra i varj indicati nell'elenco, i quali esprimono il limite oltre il quale l'errore di sfericità delle lenti obbiettive cessa d'essere tollerabile. Dagli ingrandimenti abbiamo dedotte le corrispondenti distanze focali, rappresentate colla suddetta unità di misura. Tutte queste quantità corrispondenti ai cinque cannocchiali trovansi qui sotto registrate.

Numeri	F	a	i	$f = \frac{F}{i}$
5	648	43	243	$2\,^2/_3$
6	576	37	216	$2\,^2/_3$
1 ; 7 ; 10	504	33,5	126	4
8 ; 11	360	28	90	4
9	240	21	60	4

È cosa da notarsi che i fuochi delle lenti oculari che abbiamo ricavato col calcolo non sono che di due misure, cioè pei due primi cannocchiali di linee $2\,\frac{2}{3}$ e per gli ultimi tre, di 4 lin. Di qui si devono dedurre due conseguenze: l'una che risultando le prime due lenti e le ultime tre eguali rispettivamente fra loro, è probabile che il Fraunhofer non si fosse formata una regola per adattare le lunghezze focali delle oculari alle lunghezze focali degli obbiettivi, ma che avendo una serie poco variata di lenti, ne scegliesse una che servisse all'intento entro larghissimi confini. L' altra che risultando i fuochi delle lenti in numero tondo pare che l'indice dell'ingrandimento fosse da lui calcolato colla divisione di F per f, senza servirsi di que' congegni di maggior esattezza immaginati dagli ottici per determinare le forze amplificative, dei quali ci parlò ultimamente il collega nostro Padre Cavalleri.

Affine di dedurre dai dati raccolti (ancorchè non soggetti, pei motivi addotti, ad una legge di continuità) una regola pratica onde calcolare gl' ingrandimenti e le aperture competenti ai cannocchiali di date dimensioni, supporremo che il fuoco dell'oculare f sia eguale ad un coefficiente costante x moltipli-

cato per F elevata alla potenza q. Avremo così le cinque equazioni:

$$x\,(648)^q = \tfrac{8}{3}$$
$$x\,(576)^q = \tfrac{8}{3}$$
$$x\,(504)^q = 4$$
$$x\,(360)^q = 4$$
$$x\,(240)^q = 4.$$

Prendendo i logaritmi e fatto $log\ x = p$, le equazioni da risolversi diverranno lineari, e saranno

$$p + 2{,}81157 \times q = 0{,}42597$$
$$p + 2{,}76042 \times q = 0{,}42597$$
$$p + 2{,}70243 \times q = 0{,}60206$$
$$p + 2{,}55630 \times q = 0{,}60206$$
$$p + 2{,}38021 \times q = 0{,}60206\,.$$

Vediamo subito che l'esponente q non debb'essere molto diverso dalla frazione $\tfrac{1}{2}$ con segno negativo; potremo dunque (poichè si tratta d'una regola approssimativa) assumere $q = -\frac{1}{2}$ e sostituitolo nelle equazioni, dedurne i varii valori che risultano per l'altra incognita p, e prendere fra di essi il medio aritmetico. Avremo così

$$\begin{array}{rl} p = & 1{,}83175 \\ & 1{,}80618 \\ & 1{,}95327 \\ & 1{,}88021 \\ & \underline{1{,}79216} \\ \text{Somma} & 9{,}26357 \\ \text{medio} = & 1{,}85271 = p = \log 71{,}24; \end{array}$$

onde potremo prendere in numero tondo $p = 70$.

Sarà dunque in generale $f = \dfrac{70}{\sqrt{F}}$ e l'ingrandimento $i = \dfrac{\sqrt{F^3}}{70}$.

Di qui si ricava che cogli acromatici, per avere un ingrandi-

mento doppio occorre, una lunghezza non più quadrupla, ma solo una volta e mezzo maggiore, e per avère un ingrandimento triplo si ha da accrescere la lunghezza non più otto volte, ma solo due.

Per determinare la relazione fra la distanza focale e l'apertura dedurremo dai dati registrati le seguenti equazioni, posta l'apertura $a = x' F^{q'}$, ed essendo x' un coefficiente costante il cui logaritmo sia $= p'$.

Di qui risulta

$$p' + 2{,}81157 \times q' = 1{,}63347$$
$$p' + 2{,}76042 \times q' = 1{,}56820$$
$$p' + 2{,}70243 \times q' = 1{,}52504$$
$$p' + 2{,}55630 \times q' = 1{,}44716$$
$$p' + 2{,}38021 \times q' = 1{,}32222.$$

Volendo anche qui che l' esponente q' sia in numeri tondi, penderà la scelta fra $q' = \frac{2}{3}$ e $q' = \frac{3}{4}$. Per vedere quale fra i due valori meriti la preferenza, ho calcolato coll' uno e coll' altro ed anche col valore intermedio, $q' = \frac{7}{10}$, i valori di p' ed ho cercato in quale dei tre sistemi la somma dei quadrati delle distanze dal medio era minore, ed ebbi

PRIMO SISTEMA			SECONDO SISTEMA			TERZO SISTEMA		
p'	Distanze dal medio	Quadrati	p'	Distanze dal medio	Quadrati	p'	Distanze dal medio	Quadrati
[illegible]	0,02133	0,0004560	−0,33463	0,01568	0,0002458	−0,47520	0,00721	0,0000520
[illegible]	0,00984	0968	−0,36409	0,01378	1899	−0,50211	0,01970	3881
[illegible]	0,01434	2056	−0,36666	0,01635	2673	−0,50177	0,01936	3748
[illegible]	0,00520	0270	−0,34225	0,00806	0650	−0,47006	0,01235	1525
[illegible]	0,00235	0055	−0,34393	0,00638	0407	−0,46293	0,01948	3795
medio		somma	medio		somma	medio		somma
[illegible]		0,0007909	−0,35031		0,0008087	−0,48241		0,0013469

L' esponente $\frac{2}{3}$ è dunque, fra i tre esperimentati, quello che meglio degli altri rappresenta le cinque equazioni; il numero 0,6812 sarebbe precisamente quello pel quale la somma dei quadrati delle distanze dal medio è una quantità minima; ma per sì piccola differenza ci conviene attenerci alla frazione semplicissima $q = \frac{2}{3}$, la quale dà $p' = \log x' = -0{,}26224$ ed $x' = 0{,}5467$; avremo dunque l' apertura d' un cannocchiale acromatico di fuoco F espressa da $a = 0{,}5467\ F^{\frac{2}{3}}$.

Sull' appoggio delle due formole trovate ho costruito per comodo degli ottici la seguente tabella, che sarà da sostituirsi a quella data dall' Ugenio pei cannocchiali usati al suo tempo, e comunemente inserita negli antichi trattati di fisica e di astronomia.

F	*f*	*i*	*a*
10 poll	6,4 lin	19	13 lin
15	5,2	34	17
20	4,5	53	21
25	4,0	74	24
30	3,7	98	27
35	3,4	123	30
40	3,2	150	33
45	3,0	179	36
50	2,9	210	39
55	2,7	242	41
60	2,6	276	44
65	2,5	311	46
70	2,4	348	48
75	2,3	386	50
80	2,3	425	53
85	2,2	465	55

Tornando ora all' argomento che ha dato motivo a questa digressione, rileviamo col mezzo dell' esposta tabella che per avere un ingrandimento di 100 volte (qual è richiesto per ottenere la desiderata precisione del metodo da noi suggerito per determinare la latitudine), basterà un cannocchiale di pollici 30 di lunghezza, ossia di meno di un metro, con un oculare di linee 3 $\frac{7}{15}$ ed un' apertura di linee 27.

In questi computi abbiamo supposto che al cannocchiale fosse applicato il massimo degl' ingrandimenti assegnati dal Fraunhofer; ma quand' anche l' acutezza della lente oculare fosse minore dell' assunta e l' ingrandimento per un cannocchiale di 30 pollici di lunghezza fosse ridotto a cinquanta volte, si avrebbe ancora la possibilità di eseguire la collimazione alle stelle entro il limite d' esattezza d' una frazione di minuto secondo; massime che, fino ad un certo punto, si acquista nei cannocchiali in distinzione ed in forza relativa di luce, quanto si perde nell' ingrandimento.

PARTE SECONDA

Modo di determinare, oltre la latitudine, anche la correzione del tempo dato dall' orologio, senza servirsi di istrumenti divisi.

Dovendosi in questa supposizione introdurre nel calcolo un' incognita di più, saranno necessarie almeno tre equazioni, e i dati saranno i tempi dell' orologio in cui tre stelle, delle quali siano cognite le ascensioni rette e le declinazioni arrivano a una medesima altezza. *Di questo problema,* come ricorda l' Astronomo Oriani (1), *si avevano già varie soluzioni più o meno complicate, allorchè il rinomato Professore Gauss ne pubblicò una nuova, la quale per la sua eleganza merita l' attenzione dei Geometri e degli Astronomi*. Sì l' uno che l' altro dei citati autori supponevano che l' osservatore *fosse provvisto d' un piccolo quadrante o d' un sestante a riflessione.* Ma

(1) Effemeridi astronomiche di Milano per l' anno 1810, pag. 1 dell' Appendice.

è chiaro che se il valore delle incognite che si ottiene è indipendente dall'errore della divisione degli stromenti adoperati, la divisione stessa diventa inutile, e quindi basterà che il viaggiatore porti seco un semplice cannocchiale munito delle appendici che nella prima parte abbiamo descritte.

Le equazioni che secondo il Gauss giova considerare sono le tre seguenti (1)

$$\begin{aligned}\sin h &= \sin\phi \sin\delta + \cos\phi \cos\delta \cos(\theta - a + k)\\ &= \sin\phi \sin\delta' + \cos\phi \cos\delta' \cos(\theta' - a' + k)\\ &= \sin\phi \sin\delta'' + \cos\phi \cos\delta'' \cos(\theta'' - a'' + k)\end{aligned}$$

nelle quali le tre incognite sono l'angolo che l'asse ottico del cannocchiale fa coll'orizzonte $= h$, la latitudine geografica del luogo $= \phi$, e la correzione da applicarsi al tempo segnato dall'orologio per ridurlo a tempo sidereo $= k$. Le quantità date poi sono le declinazioni δ, δ', δ'' delle tre stelle, le corrispondenti ascensioni rette a, a', a'' e finalmente i tre tempi dell'orologio θ, θ', θ'' in cui le stelle sono giunte alla comune altezza.

Poichè la quantità k che entra nelle tre equazioni si considera sempre la stessa, convien supporre non solo che l'orologio vada di moto uniforme, ma che la sua velocità sia quella corrispondente al tempo sidereo. Per assicurare che questa coincidenza sussista o per correggere in caso contrario i valori di θ' e θ'', si rende dunque necessario il concorso di altre precedenti o susseguenti osservazioni (2); cosicchè non può dirsi a

(1) Monatliche Correspondenz zur beförderung der Erd-und Himmels-Kunde vom Freyherrn F. von Zach, October 1808.

(2) Intorno alla correzione da applicarsi ai suddetti valori, il Gauss nel citato suo articolo così si esprime:

Ich bezeichne mit k Voreilung der Uhr vor Sternzeit; welche ich für alle drey Beobachtungen als gleich annehme; liefe die Uhr nicht nach Sternzeit, so könnte man unter k ihre Voreilung für irgend ein willkührliches Zeitmoment annehmen, dann würden aber unter θ, θ', θ'' die Zeiten zu verstehen seyn, die die Uhr gezeigt haben würde, wenn sie zwischen den Beobachtungen und jenem Zeitmoment genau Sternzeit gehalten hätte. Man könnte also etwa unter k die Voreilung bey der ersten Beobachtung verstehen, und die andern beyden Zeitmomente gehörig vermehren oder vermindern, wenn die Uhr langsamer oder schneller als Sternzeit liefe.

rigore che le tre suddette equazioni bastino pienamente alla soluzione del problema. Or dunque poichè da questo lato è indispensabile ricorrere al sussidio di altre determinazioni, si potrà supporre che per mezzo di queste sia conosciuto, almeno prossimamente, il valore di una delle tre incognite, e di quì si potrà ritrarre un modo di semplificare la soluzione del problema; il quale, se si dovesse per una serie di osservazioni trattare colle formole dirette sia del Gauss, sia del Cagnoli, obbligherebbe l'osservatore a soggiacere ad una grave giornaliera fatica.

Il chiarissimo Astronomo di Padova, Professore Santini, in una Memoria pubblicata fra quelle della Società italiana delle scienze (1), nella quale si accinse a determinare la latitudine del suo Osservatorio *ponendo in uso il metodo suggerito dall'insigne Geometra ed Astronomo Gauss*, riconobbe anch'esso *che la risoluzione diretta riesce lunga e penosa*, e trovò essere conveniente far uso d'un metodo approssimato, massime nel caso che le equazioni siano in numero maggiore di tre.

Per ottenere quest'intento egli suppone che delle tre incognite sia dato con qualche approssimazione il valore della k; nella qual supposizione si può ritenere che i tempi θ, θ', θ'' non siano più quelli dati immediatamente dall'orologio, ma questi stessi già corretti dall'errore prossimamente conosciuto, tenendo anche conto dell'accelerazione o del ritardo orario. Facendo allora $\theta - a = t$, $\theta' - a' = t'$, $\theta'' - a'' = t''$, saranno queste quantità cognite, e la quantità k non sarà più la correzione del pendolo, ma quella del tempo delle osservazioni già prossimamente determinate; per lo che il suo valore potrà considerarsi come piccolissimo, e svolgendo i coseni di $t-k$, $t'-k$, $t''-k$ si potranno trascurare le potenze di k dopo la prima. Le tre equazioni divengono allora

$$\begin{aligned}\sin h &= \sin\delta \sin\phi + \cos\delta \cos t \cos\phi - \cos\delta \sin t \cos\phi \cdot k\\ &= \sin\delta' \sin\phi + \cos\delta' \cos t' \cos\phi - \cos\delta' \sin t' \cos\phi \cdot k\\ &= \sin\delta'' \sin\phi + \cos\delta'' \cos t'' \cos\phi - \cos\delta'' \sin t'' \cos\phi \cdot k.\end{aligned}$$

Indicando con α, α' α'', b, b', b'', c, c', c'' i coefficienti

(1) Tomo XVI, parte 1. pag. 351.

composti di quantità cognite, che entrano nei secondi membri di queste equazioni, esse diverranno

$$a\sin\phi+(b+ck)\cos\phi=a'\sin\phi+(b'+c'k)\cos\phi=a''\sin\phi+(b''+c''k)\cos\phi,$$

nelle quali l'eliminazione delle due incognite non offre alcuna difficoltà.

Sia ora incognita la correzione dell'orologio e possa anche giungere ad alcuni minuti di tempo (caso facile a presentarsi quando l'osservazione dovesse istituirsi dopo un lungo viaggio, o quando l'orologio nell'intervallo fra la partenza e l'arrivo si fosse arrestato); e sia invece data prossimamente la latitudine del luogo, che spesse volte può desumersi da buone carte geografiche; ritenendo che il valore approssimato di essa sia rappresentato da ϕ ed il valore esatto da $\phi+\omega$; la prima equazione sarà

$$\sin h=\sin\delta\sin(\phi+\omega)+\cos\delta\cos(t+k)\cos(\phi+\omega)$$

e nello svolgimento si potranno trascurare non solo le potenze superiori di ω, ma anche le quantità dell'ordine di ωk, giacchè non è supponibile che la correzione dell'orologio arrivi ad un quarto d'ora, che in parti di raggio corrisponderebbe alla frazione 0,07. Ciò posto al coseno di $t+k$, dove è moltiplicato per ω, si può sostituire $\cos t$, cosicchè si avrà

$$\sin h=\sin\delta\sin\phi+(\sin\delta\cos\phi-\cos\delta\sin\phi\cos t)\omega+\cos\delta\cos\phi\cos(t+k).$$

Posto per brevità

$$\sin\delta\sin\phi=A,\ (\sin\delta\cos\phi-\cos\delta\sin\phi\cos t)=B,$$
$$\cos\delta\cos\phi\cos t=C,\quad -\cos\delta\cos\phi\sin t=D,$$

l'equazione diverrà

$$\sin h=A+B\omega+C\cos k+D\sin k,$$ e si avrà del pari
$$\sin h=A'+B'\omega+C'\cos k+D'\sin k$$
$$\sin h=A''+B''\omega+C''\cos k+D''\sin k$$

Consideriamo $\cos k$ e $\sin k$ come due diverse incognite, fra le quali sussiste l'equazione $\sin^2 k + \cos^2 k = 1$, eliminando prima $\cos k$ indi $\sin k$, avremo due equazioni della forma

$$\cos k = m + n\,\omega, \quad \sin k = m' + n'\,\omega$$

che combinate colla precedente daranno il valore delle tre incognite.

Siano per ultimo ignote affatto la correzione del cronometro e la latitudine del luogo, ma suppongasi che l'Astronomo, partendo da un Osservatorio di posizione conosciuta, abbia in esso stabilita la precisa misura dell'angolo che l'asse d'acciajo fa colla linea di fiducia del cannocchiale. In questa supposizione, rimanendo solo due incognite basteranno due osservazioni. Il presente problema differirà da quello di Douves soltanto in ciò che in quest'ultimo si suppone che si sia osservata una sola stella di data posizione, ma a due altezze cognite differenti. Entrambi poi sono compresi come casi particolari nel problema trattato dal Gauss nella sua Memoria intitolata *Methodus elevationem poli determinandi* (1) il quale considera due stelle a due diverse elevazioni.

Nel caso nostro speciale la soluzione assai complicata data dal suddetto si può notabilmente semplificare stante la circostanza, che il triangolo sferico avente il vertice al zenit risulta isoscele. Sia P il polo, Z il zenit, S, S' i punti nei quali le due stelle arrivano alla data distanza dal vertice $ZS = ZS'$, essendo noto anche l'angolo SPS' si calcolerà l'arco SS' colla formola

$$\text{(1)} \qquad \cos SS' = \cos PS \cos PS' + \sin PS \sin PS' \cos SPS';$$

indi gli angoli PSS', ZSS' colle formole

$$\text{(2)} \qquad \tan PSS' = \frac{\sin SPS'}{\sin PS \cot PS' - \cos PS \cos SPS'}, \quad \text{e}$$

$$\text{(3)} \qquad \cos ZSS' = \cot ZS . \tan \tfrac{1}{2} SS'$$

(1) Gottinga 1808. Di essa si è dato un estratto nella Monatl. corresp. sopra citata, Febbrajo 1809.

per essere isoscele il triangolo. Sottraendo l'un angolo dall'altro, resterà l'angolo ZSP e quindi nel triangolo rappresentato dalle stesse lettere, sarà dato il lato PZ, ossia il complemento della latitudine colla formola

$$(4)\qquad \cos PZ = \cos PS \cos ZS + \sin PS \sin ZS \cos ZSP.$$

La soluzione si può ottenere anche in altro modo, calando dal punto Z l'arco perpendicolare ZX, che dividerà per metà tanto l'angolo SZS', quanto il lato SS'. Ciò posto si avrà la differenza degli angoli al polo prendendo

$$(1)\qquad \tan \tfrac{1}{2}(S'PX - SPX) = \tan \tfrac{1}{2} SPS' \frac{\tan \frac{1}{2}(PS - PS')}{\tan \frac{1}{2}(PS + PS')},$$

indi l'angolo SXP, per essere $SX = \frac{1}{2} SS'$, colla formola

$$(2)\qquad \sin SXP = \sin PS \frac{\sin SPX}{\sin SX}.$$

Si avrà inoltre

$$(3)\qquad PX = \frac{AP + A'P}{2}, \quad \text{presa} \quad \tan AP = \tan PS \cos SPX, \quad \tan A'P = \tan PS' \cos S'PX,$$

$$(4)\qquad \cos ZX = \frac{\cos ZS}{\cos SX},$$

e finalmente

$$(5)\qquad \cos PZ = \cos PX \cos ZX + \sin PX \sin ZX \cos ZXP$$

essendo $ZXP = SXP - 90°$ e quindi $\cos ZXP = \sin SXP$ dato dalla formola (2).

Se poi l'invariabilità dell'asse non si potesse ritenere per sicura in vista degli urti ai quali le casse contenenti gli strumenti astronomici vanno talvolta soggette nel viaggio, vi sarebbe un altro modo di facilitare notabilmente la soluzione. Supponiamo che una medesima stella sia stata osservata due volte all'altezza incognita h, si avrà dalla semisomma dei tempi l'ora del passaggio pel meridiano, e quindi si conoscerà l'an-

golo orario e la correzione dell' orologio. Essendo $\delta = \delta'$ e $\cos(\theta - \alpha + k) = \cos(\theta' - \alpha' + k)$ quantità data che porremo $= T$, le due prime equazioni della pag. 68 si ridurranno ad una sola, che sarà

$$\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos T.$$

Si osservi del pari un altra stella all'altezza h, scegliendo di preferenza una stella circompolare, ciò che potrà sempre farsi quando l'angolo h non sia molto diverso dall' altezza del polo della stazione, si potrà combinare colla precedente l'equazione terza, cioè

$$\sin h = \sin \phi \sin \delta'' + \cos \phi \cos \delta'' \cos T''$$

e da esse si dedurrà

$$\tan \phi = \frac{\cos \delta \cos T - \cos \delta'' \cos T''}{\sin \delta'' - \sin \delta}.$$

Ecco un esempio sopra dati ipotetici che calcolò di propria mano il valente Astronomo signor Walz a cui aveva comunicato a Marsiglia il metodo precedente per la determinazione del tempo e della latitudine. Egli suppose

$$\delta = 21°\,0', \quad \delta'' = 88°\,34', \quad T = 55°\,0', \quad T'' = 88°\,29'$$

ed ebbe

$$l \cos \delta = 9{,}97015 \qquad l \cos \delta'' = 8{,}39818$$
$$l \cos T = 9{,}75859 \qquad l \cos T'' = 9{,}30028$$
$$l \cos \delta \cos T = 9{,}72874 \qquad l \cos \delta'' \cos T'' = 7{,}69846$$

$$\sin \delta'' = 0{,}99968 \qquad \cos \delta \cos T = 0{,}53548$$
$$\sin \delta = 0{,}35838 \qquad \cos \delta'' \cos T'' = 0{,}00499$$
$$\sin \delta'' - \sin \delta = 0{,}64130 \qquad \cos \delta \cos T - \cos \delta'' \cos T'' = 0{,}53049$$

$$l\ 0{,}53049 = 9{,}72468$$
$$l\ 0{,}64130 = 9{,}80706$$
$$l \tan, \phi = 9{,}91762 = l \tan 39° 35' 53''$$

Usando questo processo si evita la difficoltà avvertita alla pag. 68, giacchè l'accelerazione o il ritardo diurno dell'orologio, purchè sia uniforme nello spazio di 24 ore, non ha alcuna influenza nella formazione dell'equazione relativa alla prima stella, e l'ha piccolissima sull'osservazione della seconda quando sia una delle più prossime al polo.

PARTE TERZA

Determinazione delle longitudini e latitudini del tempo, degli azimutti e delle altezze col mezzo d'un solo cannocchiale e senza l'uso d'istrumenti divisi. Di Beniamino Walz (Direttore dell'Osservatorio Astronomico di Marsiglia) (1).

Nei viaggi a traverso paesi non ancora esplorati, o mal conosciuti, si determinano le longitudini e latitudini geografiche, gli azimutti, le altezze ed il tempo per mezzo degli strumenti divisi di piccole dimensioni acciò siano più facili al trasporto; ciò che non permette d'ottenere tutta l'esattezza che si potrebbe attendere da istrumenti maggiori; ed inoltre questi si trovano più spesso di quello che sembrerebbe fuori di servizio, sia per imperizia, sia per qualche accidente del viaggio, in paesi inospiti od anche ostili, e non offrenti alcuna risorsa per poterli riattare; di modo che avviene che il viaggiatore se ne trovi privo nel momento in cui gli sarebbero più necessarj. Da queste considerazioni io sono incoraggiato a proporre qualche mezzo per far senza di essi nel caso suddetto, ed in altri ancora.

Non credasi però ch'io pretenda escludere l'uso di tali istrumenti, anzi io non dubito ch'essi siano sempre di grande utilità, ma io penso che sovente potrà essere ad essi sostituito, an-

(1) Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. Séance de lundi 5 Nov. 1855.

che con vantaggio, un semplice cannocchiale, più forte di quelli dei comuni istrumenti portatili, il quale per la sua grandezza potrà arrecare una maggiore esattezza nelle osservazioni.

Un cannocchiale d'un metro di lunghezza e d'un ingrandimento di 100 volte, necessario in viaggio per osservare gli eclissi e le occultazioni delle stelle dietro la Luna, permetterebbe di ottenere nella determinazione del tempo l'esattezza delle decime parti di secondo, e basterebbe che fosse montato nel modo comune sopra un treppiede di ottone, solamente attraversato in tutta la sua lunghezza da un asse portante il cannocchiale con un ginocchio, e fornito d'un livello per renderlo esattamente verticale col mezzo di tre viti applicate alle tre gambe del sostegno. Il cannocchiale potrebbe così descrivere esattamente un almicantarat, e ciò basterebbe per ottenere le diverse determinazioni annunciate nel titolo; ma l'utilità dell'istrumento diverrebbe maggiore, aggiungendovi un micrometro oppure un semplice reticolo, il quale permetterebbe di determinare la latitudine giusta il metodo proposto per la prima volta nell'anno 1732 da Horrebow, nel suo *Atrium astronomiæ*, pag. 37, impiegato da Celsius nel 1739 (Mémoires des savants étrangers, tomo IV. pag. 129), usato in appresso da Hell e pubblicato nelle sue Effemeridi del 1771 (1), pubblicato nel 1789 e messo in esecuzione con ottimo successo da Flaugergues nel 1814, ed in questi ultimi anni da un Capitano americano, per mezzo dei passaggi ad altezze presso a poco eguali di due stelle al nord ed al sud del meridiano.

Sarebbe ancora cosa vantaggiosa che il cannocchiale potesse contemporaneamente descrivere un verticale, ed a tal fine dovrebb'essere fissato ad angolo retto sopra un asse, che si renderebbe orizzontale col mezzo d'un livello, e che girerebbe sopra sostegni annessi all'asse verticale suddetto.

Noi cominceremo dal discutere diverse maniere di adoperare il solo asse verticale, che è il caso più semplice, e passeremo in appresso a quelle relative all'uso dell'asse orizzontale.

Quando l'asse verticale si sarà esattamente verificato col

(1) Nel volume citato non abbiamo rinvenute le operazioni dell'Astronomo di Vienna.

mezzo d'un livello, il cannocchiale fissato ad un' altezza arbitraria descriverà rigorosamente un almicantarat, pel quale si potrà osservare il passaggio di tre stelle conosciute per determinare la latitudine geografica, l'angolo orario, l'altezza e l'azimutto; ma la soluzione è molto faticosa e non esige meno di 26 logaritmi.

Pare che Pèzenas sia stato il primo a darne la soluzione nel 1766 nella sua *Astronomie des marins* problema 29. Gauss in appresso nel 1808 (*Monatliche Correspondenz vol.* XVIII) e finalmente Delambre nel 1810 (*Connaissance des Temps de* 1812) ove ne dà tre differenti soluzioni. Si potrebbe del pari, ciò che non fu a quanto mi pare per anche proposto, ottenere lo stesso intento osservando due sole stelle, ma in due differenti almicantarati, ciò che del resto non servirebbe a semplificare le soluzioni. Ma per ottenere una notabile semplificazione avremo ricorso a un mezzo intermedio fra i due precedenti, osservando due stelle in un medesimo almicantarat, ma due volte per ciascuna, prima e dopo il passaggio pel meridiano, come si pratica quando si prendono le altezze corrispondenti.

Siano a tal fine ϕ la latitudine geografica del luogo
δ , δ' le declinazioni delle due stellle,
$2t, 2t'$ gl'intervalli di tempo ridotti in arco dei due passaggi di ciascuna stella pel medesimo almicantarat;

si avrà $\tan \phi = \dfrac{\cos \delta \cos t - \cos \delta' \cos t'}{\sin \delta' - \sin \delta}$.

Col mezzo degli angoli orarj t e t' si avranno colle usate formole le distanze zenitali e gli azimutti.

Le osservazioni fatte durante il giorno, senza l'incomoda illuminazione dei fili, essendo le più favorevoli e le più esatte, si potrà, in vece dei passaggi delle due stelle osservare quelli dei lembi superiore ed inferiore del sole, ai quali dovrà applicarsi la nota correzione delle altezze corrispondenti. L'equazione che ne risulterebbe elevandosi al quarto grado, sarebbe troppo faticosa a risolversi, ma poichè la latitudine che si cerca è per lo più in prevenzione prossimamente conosciuta, gioverà calco-

lare in due ipotesi prossime fra loro le due equazioni seguenti, nelle quali ρ è il semidiametro del sole, per dedurne la latitudine con una semplice proporzione

$$\cos z = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos t$$
$$\cos (z - 2\rho) = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos t'$$

e gli azimutti secondo il solito . .

Se allo stesso modo si osserva la luna, si avrà con una analoga correzione, il suo passaggio pel meridiano, e di qui la sua ascensione retta, ed anche la declinazione che dovrà accordarsi con quella che secondo gli annuarii corrisponde all'ascensione retta trovata. Si avrà con ciò la differenza delle longitudini. A rigore una sola osservazione della luna potrebbe bastare, ma il calcolo ne sarebbe più complicato. Colla declinazione della luna data da una prima approssimazione e l'altezza già trovata, si calcolerebbe l'angolo orario e quindi l'ascension retta approssimata, che darebbe una declinazione più prossima al vero . . . . .

Sebbene l'uso d'un cannocchiale appoggiato ad un asse orizzontale in modo che descriva dei circoli verticali, offra minore facilità per ottenere certe determinazioni, presenta però diversi vantaggi sotto altri rapporti, che non devono essere trascurati. E cominciando dal caso più semplice, quello nel quale la latitudine è già conosciuta, la differenza del tempo del passaggio di due stelle di data posizione per lo stesso verticale, ridotta in arco, basterà per determinare l'azimutto, la distanza dal vertice e l'angolo orario. Siano adunque

d AR la data differenza di ascensione retta delle due stelle,

A l'azimutto sotto il quale si fa l'osservazione,

si avrà

$$\tan p = \frac{\tan \delta' \cos \delta - \sin \delta \cos (d\text{AR} - t)}{\sin (d\text{AR} - t)}, \quad \sin \text{A} = \frac{\cos \delta \sin p}{\cos \phi}$$

ed in seguito la distanza zenitale e l'angolo orario colle formole conosciute .

Si potrà anche qui ricorrere alle osservazioni diurne, osser-

vando in sostituzione delle due stelle, i passaggi dei lembi laterali del sole, ma riuscendo il calcolo assai più complicato che nel caso dei passaggi osservati per l'almicantarat, gioverà risolvere con ripetuti tentativi le tre seguenti equazioni, cominciando colle supposizioni sull'angolo orario m per dedurre in prima la quantità A, poi la p, e verificare coll'ultima equazione

$$\cot A = \frac{\sin \varphi \cos m - \cos \varphi \tan \delta}{\sin m} \quad \cot (A + p) = \frac{\sin \varphi \cos (m + t) - \cos \varphi \tan \delta}{\sin (m + t)}$$

$$p = \frac{\rho \sin A}{\sin m \cos \delta} + \frac{\rho_1 \sin (A + p)}{\sin (m + t)} \; .$$

L'ultima equazione, senz'essere rigorosa, potrà essere di sufficiente esattezza. Essa risulta dalle due seguenti che potrebbero esservi sostituite:

$$\sin q = \frac{\sin \rho \sin A}{\sin m \cos \delta}, \quad \sin (p - q) = \frac{\sin \rho \sin (A + p)}{\sin (m + t) \cos \delta} \; .$$

Se invece la latitudine fosse incognita, converrebbe osservare il passaggio di due stelle di posizione cognita per due verticali, ed allora il calcolo, come potevasi prevedere, diverrà più lungo e più difficile.

Sia t' la differenza dei passaggi pel secondo verticale ridotta in arco, e τ la differenza dei passaggi d'una delle stelle pei due verticali, ridotta del pari in arco, z la distanza zenitale la più grande, si avrà di più

$$\cot q = \frac{\tan \delta' \cos \delta - \sin \delta \cos (d AR - t')}{\sin (d AR - t')}, \quad \cot m = \sin \delta \tan \tfrac{1}{2} \tau$$

$$\sin \tfrac{1}{2} \Delta = \cos t \sin \tfrac{1}{2} \tau ,$$

$$\cot z = \frac{\cos \Delta \cos (m - p) + \sin (m - p) \cot (m + q)}{\sin \Delta}$$

indi si troverà colle note formole la latitudine, l'azimut e l'angolo orario.

Il passaggio dei due lembi del sole pel secondo verticale esigerebbe dei calcoli troppo complicati per essere di qualche utilità. Rispetto alla luna, dopo avere osservato il suo passaggio pel secondo verticale, si calcolerà (per mezzo dell'azimut, della latitudine geografica, e della declinazione della luna stessa presa da principio per istima e poi successivamente rettificata) il suo angolo orario, fino a che scompaja ogni differenza in due successive determinazioni, senza avere alcun riguardo alle parallassi che non influiscono sui tempi del passaggio pel verticale, salva una piccola correzione all'azimutto, che dipende dalla figura sferoidica della terra, e che sarebbe per un medio rappresentata da $\frac{6'' \sin A}{\sin z}$; ove si vede che la correzione sarà tanto più piccola quanto il circolo verticale sarà più vicino al meridiano, e la distanza zenitale maggiore. Si potrà il più delle volte trascurarla massime quando in viaggio si portano istrumenti di piccole dimensioni.

Le formole relative alle osservazioni della luna, dirette a determinare le differenze delle longitudini geografiche, si possono ancora semplificare ed anche ridursi in tavole, quando si prenda il verticale molto vicino al meridiano, come quello della polare nella parte del suo parallelo ove si trova all'istante dell'osservazione, od anche quello d'una delle sue digressioni. Si potrebbe anche tralasciare la costruzione delle tavole quando si prendesse il verticale della polare nel suo passaggio pel meridiano, determinato col calcolo dell'intervallo di tempo contato dall'istante in cui fosse stata osservata nel verticale di alcuna delle stelle che trovavansi indicate negli antichi volumi della *Connaissance des temps*, scegliendo fra esse una delle più vicine al tempo del passaggio della polare pel meridiano quale sarebbe l'ϵ dell'Orsa maggiore, o la γ di Cassiopea.



PRESENZA DELLO ZUCCHERO NELL' URINA DI VOLPE; OSSERVAZIONI DI MASSIMILIANO CAV. DI VINTSCHGAU PROFESSORE ORD. DI FISIOLOGIA ED ANATOMIA SUBLIME NELL' I. E R. UNIVERSITA' DI PADOVA.

(*Vorgelegt in der Sitzung vom* 11 October 18[illegible]).

Il Professore E. Brücke in varii lavori pubblicati nei Rendiconti delle sedute dell'I. e R. Accademia delle scienze in Vienna dimostrò a tutta evidenza esistere nell'urina dell' uomo perfettamente sano una piccola quantità di zucchero.

Nello scorso Aprile ebbi in dono dal sig. Luigi Marignani, cultore degli studii naturali, una piccola volpe. Non volli, per il consiglio anche del mio precettore nelle scienze naturali il Prof. Brüche, lasciar passare questa circostanza senza studiare più davvicino la chimica composizione dell'urina di volpe; però nei mesi scorsi rivolsi il mio studio sopra un solo punto di sapere cioè, se nell' urina d' un animale esclusivamente carnivoro esisteva dello zucchero, dimostrazione resa difficile per la piccola quantità d' urina giornalmente emessa, per la sua particolare composizione e, ciò che più monta, per la piccolissima quantità di zucchero che vi si dovea probabilmente trovare.

Per raccogliere l'urina della volpe feci costruire una gabbia di ferro grande sì da permettere all' animale di starsene ritto e cambiare di posizione senza potere però camminare. Una graticola di filo di ferro a maglie abbastanza ristrette per ritenere le feci ne forma il pavimento; un imbuto di zinco che superiormente s' adatta alla forma quadrangolare della gabbia offre inferiormente un' apertura circolare che mette in un imbuto di vetro, il quale termina nel recipiente destinato a ricevere l'urina. L' imbuto di zinco è applicato alla gabbia a modo d' un cassettino, mentre per lo contrario s' adatta per isfregamento a quello di vetro; tra l' uno e l' altro di questi imbuti posi una seconda graticola di filo di ferro a maglie assai ri-

strette per impedire con maggiore sicurezza che nulla cada nell'urina racoolta, di più è mia cura di sorvegliare che tutte le parti vengano bene pulite per due volte al giorno.

L'animale riceve due o tre volte al giorno naturalmente soltanto carne, e siccome non mi fu possibile che una sola volta per circa quattordici giorni procacciarmi della carne di cavallo, così viene somministrata carne di bue e di conigli, se questi per qualche esperimento vengono sacrificati; la quantità è regolata in modo che l'animale non ottiene giammai più di quello che può mangiare sull'istante, affinchè per la putrefazione dei pezzi rimasti in gabbia gli esperimenti non riescano dubbiosi. Da bere riceve la volpe parimenti tre volte al giorno, coll'avvertenza di rimuovere di subito il sottoposto vaso se in esso cade dell'acqua.

Con queste avvertenze spero d'avere raggiunto lo scopo d'ottenere tutta l'urina affatto pura e scevra d'ogni qualsiasi impurità.

L'urina di volpe anche appena emessa è torbida e si ottiene chiara a mezzo della filtrazione, che avviene lentamente, per cui nel maggior numero degli esperimenti feci uso d'urina non filtrata per evitare l'obbiezione che durante la filtrazione si potesse aver decomposta.

La reazione è acida; la carta azzurra di tornasole s'arrossa.

Il peso specifico è molto elevato; io lo calcolai a mezzo della fiaschetta tarata facendo uso d'urina filtrata come pure di quella non filtrata; esso oscilla il più di spesso tra le cifre 1063 e 1069; non lo rinvenni giammai superiore all'ultima, ma bensì una qualche volta inferiore alla prima; in diciassette osservazioni che feci per conoscere il P. S. una sola volta m'accadde di trovarlo eguale a 1050. La temperatura della stanza oscillò nei varii giorni di osservazione dal 18° ai 24° del centigrado.

Quale è la causa dell'intorbidamento, quale del P. S. sì elevato?

L'urina venne bollita; l'intorbidamento non solo non isparì, ma si fece più distinto, e dopo qualche istante di riposo si videro nuotare nel liquido dei fiocchi bianchi simili nell'aspetto esterno a quelli d'albumina; essi calarono a poco a poco al

fondo del tubetto d'assaggio; malgrado questo l'urina non divenne perfettamente chiara; io volli assicurarmi che quei fiocchi erano veramente d'albumina. L'urina venne filtrata, essa era chiara di reazione acidà, coll'ebollizione precipitarono i medesimi fiocchi e la reazione si conservò acida. Nell'urina filtrata versai alcune goccie d'acido nitrico diluito, si formò un leggiero intorbidamento che sparì del tutto coll'ebollizione; raffreddato il liquido, ricomparve l'intorbidamento per iscomparire una seconda volta per l'ebollizione e palesarsi di bel nuovo per il raffreddamento; per cui i fiocchi bianchi che precipitano per l'ebollizione senza che l'urina perda la sua reazione acida e la reazione coll'acido nitrico di cui parlarono diffusamente Bence Jones (1), Lieberkühn (2), Brücke (3) ed io stesso (4) dimostrano ad evidenza nell'urina della volpe da me posseduta esistere dell'albumina.

Avvertii poco sopra che quantunque l'urina per l'ebollizione ed il raffreddamento avesse deposto dei fiocchi, pure essa era ancora torbida; aggiunsi all'urina un acido, ma essa rimase inalterata, per cui venne esaminata al microscopio e vidi starsi in essa sospese delle goccioline simili a grasso, onde, per avere la piena certezza essere l'intorbidamento da quello dipendente, trattai un poco d'urina bollita raffreddata e decantata con etere; l'intorbidamento sparì tosto, l'urina si palesò nel suo naturale colore e nel tubetto d'assaggio, in cui feci l'esperimento, ottenni due strati, superiore l'uno l'etere, inferiore il secondo l'urina e tra amendue una leggiera pellicola di colore bianchiccio.

(1) *Bence Jones*, Über einen neuen Körper aus dem Harne eines an Knochenerweichung leidenden Mannes. *Liebig* und *Wöhler's* Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. LXVII, pag. 101.

(2) *Lieberkühn*, Über Albumin und Caseïn, *Poggendorff's* Annalen der Physik und Chemie. Bd. LXXXVI. pag. 300.

(3) *E. Brücke*, Über die Ursache der Gerinnung des Blutes. *Virchow's* Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd. XII, pag. 81.

(4) *Vintschgau*, Osservazioni chimiche sulle reazioni per le quali la cristallina si dovrebbe distinguere dall'albumina. Sitzungsb. d. mathem.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Bd. XXIV, Pag. 404.

Il peso specifico sì elevato dell' urina di volpe dipende probabilmente per la massima parte dalla quantità enorme d'urea in essa esistente; infatti aggiungasi all' urina un poco d' acido nitrico concentrato e si vedrà precipitare una quantità considerevole di cristalli che esaminati al microscopio si riconoscono facilmente per cristalli di nitrato d' urea; l' albumina non può avere una grande influenza, giacchè essa non vi si trova in tale quantità da cagionare un P. S. sì elevato. Presi dell' urina di volpe recente e non filtrata, ne esaminai il P. S. a mezzo della fiaschetta tarata, ebbi 1068; questa medesima urina venne bollita in una fiaschetta a collo ristretto, lasciata raffreddare, da ultimo filtrata attraverso un doppio filtro, per cui furono allontanate l' albumina e le sostanze semplicemente sospese, ed ottenni un P. S. di 1065. L' urina venne in questo modo non solo privata dell' albumina e delle sostanze in essa sospese, ma perdette ben anche dell' acqua, le quali due perdite si ponno avere scambievolmente compensate in modo da rendere forse poco dimostrativo l' esperimento; ma supposto che per l' evaporazione il P. S. siasi aumentato di 0.005 pure esso è ancora molto elevato e l' esperimento prova dipendere esso probabilmente dalla quantità abbondante d' urea, dissi probabilmente, potendo forse essere che i fosfati ed i zolfati concorrano ad elevarlo.

Nell' urina della volpe da me posseduta trovasi dell'albumina e del grasso; la domanda più naturale si è se queste due sostanze siano componenti normali oppure anomali. A questa domanda non è possibile rispondere che esaminando l' urina d' altri animali carnivori o meglio di qualche altra volpe; oppure osservando la volpe per lungo tempo ed intraprendere dopo la sua morte un accurato esame dei reni; per ora mi limito ad osservare che dall'Aprile scorso la volpe non mi diede giammai il più piccolo segno di mal essere, che la quantità d' urina da essa emessa oscillava d' ordinario dai 70 agli 80 C. C., però un qualche giorno ascese fino a 130 C. C., qualche altro per lo contrario non ne emetteva punto.

Contenendo l'urina della mia volpe albumina e grasso, esistendo in essa molta urea, non poteva al certo per dimostrare la presenza dello zucchero, starmi contento delle sole reazioni

ottenute direttamente coll'urina, ma doveva necessariamente ripetere tutti gli assaggi dal Brücke istituiti: mi faccio ora alla descrizione particolareggiata d'essi per togliere ogni sospetto d'errore nelle mie indagini. A sufficenza è noto essere il metodo più sicuro quello d'ottenere lo zucchero in natura oppure in una combinazione chimica bene determinata come sarebbe quella dello stesso col cloruro di sodio per sottoporla ad un'accurata analisi, ma attesa la piccola quantità d'urina emessa e più ancora la piccola quantità di zucchero in essa contenuta, ben evidente riesce la difficoltà per non dire l'impossibilità d'una tale dimostrazione.

L'urina della volpe non poteva venire sottoposta direttamente senza timore d'errore agli assaggi descritti dal Brücke (1) giacchè come egli bene avverte, le sostanze fornite di zolfo non ossidato, bollite che vengano unitamente alla potassa si decompongono, e lo zolfo combinandosi col bismuto aggiunto al liquido dà origine ad un zolfuro, che precipita sotto forma d'una polvere nera. La presenza di queste sostanze contenenti zolfo non ossidato si può riconoscere facilmente quando al magistero di bismuto si sostituisce l'ossido di piombo. Ora aggiungendo all'urina di volpe della potassa caustica e dividendola in due parti eguali, di cui una viene bollita unitamente al magistero di bismuto, l'altra all'ossido di piombo, in amendue i casi si depone una polvere dapprima grigiastra, in seguito nera; quindi l'esperimento accenna trovarsi nell'urina delle sostanze fornite di zolfo non ossidato, e questo in conferma degli esperimenti più sopra riferiti, ma lascia in pari tempo senza risposta la domanda se nell'urina di volpe esiste dello zucchero o meno.

L'altra prova collo zolfato di rame e la potassa caustica cioè la reazione di Trommer non ha valore di sorta quando in un liquido v'abbiano delle sostanze proteiniche.

La reazione colla potassa caustica è forse la sola che potrebbe venire adoperata, però volendo procedere molto scrupo-

(1) *E. Brücke*, Über die reducirenden Eigenschaften des Harnes gesunder Menschen. Sitzungsb. d. mathem.-naturw. Cl. d. kais. Akad. in Wien. Bd. XXVIII, p. 568.

losamente in queste ricerche non voglio tenere conto della risposta affermativa da essa fornitami.

L'acetato neutro di piombo precipita l'albumina e la rende insolubile nell'acqua; per cui aggiunsi all'urina recente del sale di saturno fino a tanto chè cessava la formazione d'un precipitato evitandone però un eccesso. Coll'urina così preparata tentai le tre reazioni già esperimentate dal Brücke sull'urina dell'uomo (1). Una soluzione concentrata di potassa venne aggiunta all'urina, il liquido diviso in due parti eguali, l'una lasciata stare, la seconda riscaldata fino all'ebollizione; il colore di quest'ultima divenne più intenso, vale a dire giallo rossiccio, e non isparì punto dopochè il liquido per l'immersione del tubo nell'acqua fredda per oltre un'ora aveva raggiunta la temperatura dell'ambiente.

Ad una nuova porzione d'urina venne aggiunta della potassa caustica e del magistero di bismuto però in piccola quantità; fatto bollire il liquido la polvere di bianca divenne oscura, e dopo un riposo di qualche istante al fondo del tubetto d'assaggio si vedeva raccolta dapprincipio una polvere grigiastra, in seguito nera, che formava una specie di cercine intorno a quella; mentre invece se al magistero di bismuto veniva sostituito l'ossido di piombo non si deponeva che una polvere grigiastra ben differente da quella che si forma per la combinazione dello zolfo col bismuto.

Da ultimo ad una nuova porzione d'urina venne aggiunta della potassa ed una soluzione diluita di zolfato di rame per cui quella presentò un colore verde bottiglia; divisi il liquido in tre parti eguali di cui l'una venne lasciata stare, le altre due riscaldate fino all'ebollizione; al colore verdognolo ne successe ora uno rosso gialliccio; di queste due ultime parti l'una venne lasciata stare, la seconda versata di tubetto in tubetto fino al raffreddamento favorendo il suo contatto coll'aria atmosferica, per cui, come indicò il Brücke (2), il protossido di

(1) *E. Brücke*, l. c.

(2) *E. Brücke*, Über die reducirenden Eigenschaften des Harnes gesunder Menschen. Sitzungsb. d. mathem.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. W. in Wien. Bd. XXVIII, p. 570.

rame ottenuto dalla desossidazione dell'ossido dovea ossidarsi come di fatto avvenne, ed il liquido acquistò attualmente un colore verdastro sporco. Gli esperimenti furono istituiti in questa maniera per avere dei punti di confronto e togliere ogni qualsiasi illusione oltremodo facile trattandosi di reazioni piuttosto delicate.

Dalle cose fino a qui esposte chiaro riesce che nell'urina di volpe esiste dello zucchero od almeno una sostanza che ha le medesime proprietà riduttrici di quello, per cui non poteva starmi contento di questo e doveva ottenere il saccarato di potassa e tentare le altre reazioni.

Il Brücke indicò esattamente la via da tenersi per preparare il saccarato di potassa dall'urina dell'uomo (1); per l'urina di volpe misi in generale in opera lo stesso metodo servendomi soltanto d'un alcool più forte; nei tre esperimenti da me istituiti adoperai un alcool che nella media conteneva 95.3 ai 96.5 volumi per cento d'alcool assoluto; la ragione di questa modificazione si fu per precipitare una maggior quantità di sostanze solubili soltanto nell'acqua o nell'alcool diluito, per ottenere una più sicura coagulazione dell'albumina, in fine per vedere se era possibile d'ottenere il saccarato di potassa quasi scevro d'impurità; però l'effetto non corrispose interamente al desiderio. Il precipitato, da cui sono coperte le pareti ed il fondo del vaso disciolto in poca acqua distillata le comunica un colore rossiccio, onde conviene avere una particolare attenzione nell'istituire le solite tre reazioni.

Per l'ebollizione colla potassa caustica il liquido prende un colore più intenso, ed aggiungendovi un acido non è giammai possibile d'avere l'odore di zucchero abbruciato, mentre in quella vece diviene più intenso l'odore disgustoso già sviluppatosi per la sola ebollizione, nè torna difficile il riconoscere come esso dipenda in parte dall'ammoniaca; la riduzione del magistero di bismuto è manifesta e si depone dapprima una polvere grigiastra, nera in appresso. Per rispetto allo zolfato di rame succe-

(1) *E. Brücke*, Über das Vorkommen von Zucker im urin gesunder Menschen. Sitzungsb. d. mathem.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. W. in Wien. Bd. XXIX, p. 347.

de non rare volte che riscaldandosi a poco a poco il fluido si formi nella parte superiore un precipitato giallo (l'ossido di rame ridotto a protossido) e questo si propaghi di mano in mano a tutto il liquido, per cui cessando dal riscaldare e lasciandolo tranquillo si depone una polvere gialla, mentre altra volta si forma non già un precipitato rosso o giallo, ma bensì nero; la riduzione più manifesta dello zolfato di rame la ottenni sottoponendo all'esperimento 544 C. C. d'urina.

Per raccogliere una quantità sì grande d'urina trattai quella emessa giornalmente dalla volpe, senza punto filtrarla, con alcool, il quale, come poc'anzi avvertii, conteneva nella media dai 95·3 ai 96·5 volumi per cento d'alcool assoluto, aggiungendone come prescrive il Brücke (1) 54 C. C. per ogni 10 d'urina; non appena si depose il precipitato, che il liquido venne filtrato e conservato in bottiglie bene otturate; raccoltane la quantità testè indicata, i differenti liquidi vennero messi assieme e preparato il saccarato di potassa seguendo esattamente le prescrizioni di Brücke (2). Nella sua soluzione acquosa venne fatto gorgogliare del gas acido carbonico; al liquido in seguito aggiunta la corrispondente quantità del solito alcool e filtrato; in questa soluzione alcoolica fu versata a goccia a goccia una soluzione alcoolica di potassa caustica fino a tanto che non s'aumentò l'intorbidamento; dopo un riposo di circa 48 ore, il liquido era perfettamente chiaro sulle pareti e sul fondo del vaso v'avea un precipitato che disciolto nell'acqua, mi diede una manifestissima riduzione dell'ossido di rame.

Se tutti questi assaggi dimostrano senza dubbio di sorta esservi nell'urina di volpe dello zucchero, per non trascurare metodo alcuno, istituii pure gli esperimenti coll'acetato basico di piombo, nonchè con questo e l'ammoniaca (3). Eccone i risultati:

Per poter raccogliere la sufficiente quantità di sostanza i

(1) *E. Brücke.* Über das Vorkommen etc. Sitzungsb. der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften mathem.-naturw. Cl. Bd. XXIX, p. 547.

(2) *E. Brücke*, Op. cit. p. 548.

(3) *E. Brücke*, Darf man Urin, in welchem der Zucker quantitativ bestimmt werden soll, vorher mit Bleiessig ausfällen? Sitzungsb. der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften mathem.-naturw. Cl. Bd. XXXIX, p. 10.

varii liquidi ottenuti dopò avere trattato l'urina coll'acetato neutro di piombo ed aggiunto al filtrato l'acetato basico, preparato con le necessarie precauzioni, vennero custoditi in una buona cantina; malgrado però questa avvertenza il precipitato ch'era bianco si fece negli strati superficiali di colore rossigno ed il fluido prese un odore particolare che ricordava molto quello dell'aglio. I varii liquidi vennero filtrati sul medesimo filtro, uniti che furono i differenti precipitati vennero lavati con acqua distillata però non a lungo, indi asciugati all'aria atmosferica e da ultimo decomposti coll'acido ossalico; n' ebbi un liquido rosso bruno, che esperimentato col magistero di bismuto e collo zolfato di rame, presentava manifestissime le reazioni dello zucchero.

Per togliere il dubbio che forse durante la conservazione il liquido si fosse decomposto, i differenti precipitati ottenuti coll'acetato basico di piombo vennero giornalmente raccolti sopra un filtro lavati ed asciugati; decomposti che furono coll'acido ossalico presentarono le solite reazioni.

Il liquido ottenuto mediante la decomposizione coll'acido ossalico venne neutralizzato col carbonato di calce, filtrato, acidulato con un poco d'acido acetico ed evaporato, indi disciolto nell'acqua e filtrato. Una parte di questo liquido venne messo a fermentare in uno dei tubetti immaginati dallo Schrötter (1), mentre in un secondo perfettamente eguale al primo, misi soltanto dell'acqua con lievito di birra; la curvatura dei tubetti nonchè una parte della bolla per maggior sicurezza venne chiusa a mercurio; dopo quarantotto ore nel primo tubetto v'aveano circa tre C. C. di gas, mentre nel secondo si rinvenivano soltanto alcune bollicine. Il gas contenuto nel primo tubo passato in uno pieno di mercurio venne assorbito quasi per intero da un pezzetto di potassa caustica.

Una seconda parte del liquido, ottenuto nella maniera poc'anzi descritta, venne adoperata per la preparazione del saccarato di potassa, mettendo in opera il metodo più volte avvertito; e lo zucchero si palesò colla solita riduzione del magistero di bismuto e dello zolfato di rame.

(1) *E. Brücke*, Op. cit. p. 12.

Al liquido ottenuto dopo la filtrazione del precipitato formato dall' acetato basico di piombo venne aggiunta dell' ammoniaca ed il precipitato ora ottenuto sottoposto ai seguenti esperimenti. Esso venne, come lo fece il Brücke, decomposto coll'acido ossalico; il fluido ottenuto riduceva sempre più o meno il magistero di bismuto; mentre bollito collo zolfato di rame e la potassa, cangiava soltanto il suo colore da verdognolo in giallo rossiccio; ma se per lo contrario la soluzione acida e piuttosto *diluita* veniva neutralizzata col carbonato di calce, filtrata, acidulata coll'acido acetico, evaporata e disciolto il residuo di bel nuovo nell' acqua, questo manifestamente riduceva i due accennati reagenti, per cui non v' ha dubbio di sorta che in questa maniera come è ben noto precipita dello zucchero.

Io credo dopo tutti gli esperimenti accennati d' avere dimostrato a piena evidenza che nell' urina di volpe esiste dello zucchero però in piccolissima quantità, resterebbe ancora a sapersi se questo si trovi nell' urina di tutti gli animali carnivori; quantunque appoggiandosi agli esperimenti di Brücke sopra l' uomo ed ai miei sopra una volpe si potrebbe dare una risposta affermativa, pure non volendo azzardare asserzione veruna se non fondata sopra esperimenti, mi riservo ad istituirne i necessarii sopra animali carnivori domestici. Le osservazioni da me fatte confermano altresì quanto il Brücke asserisce per l' urina dell'uomo, vale a dire l'esistenza d' una sostanza, la quale fa sì che a mezzo dell' acetato basico di piombo si precipiti dello zucchero.



SUL RECENTE PERIODO SECOLARE DELL' AURORA BOREALE; MEMORIA DI *DENISON OLMSTED*, RELAZIONE DEL PROFESSOR SANTINI.

Il sig. Pouillet nel suo rinomato *Corso di fisica* (ediz. 4, Bruxelles 1840) prelude all' articolo intorno alle aurore boreali con le

seguenti parole: « Il fenomeno delle aurore boreali sembra essere « il più magnifico, il più imponente, il più risplendente di quelli « che possono offrirsi ai nostri sguardi, ed in pari tempo il più « complicato, il più inestricabile, il meno accessibile di tutti « quelli che si offrono alle nostre ricerche. Prima che venissero « sviluppate le prime nozioni della scienza si ammiravano le au- « rore boreali, come si ammirano il levare ed il tramontare « del sole, lo spettacolo del cielo ed il movimento degli astri. « Dopo che si possono osservare con occhi meno sorpresi, si am- « mirano, si osservano, si misurano, e nulla si è ancora ap- « preso intorno alla loro origine, sulle loro cause, sulle loro « leggi, sulle condizioni fisiche e materiali delle loro apparizio- « ni, nè meno sul luogo da esse occupato; imperocchè riman- « gono ancora dubbii intorno alla questione di sapere, se siano « racchiuse nel seno dell'atmosfera, o se si manifestano al di là « dei suoi limiti. Tale fenomeno formerebbe la disperazione della « scienza, se la scienza potesse disperare; ma ogni giorno essa « progredisce nel riconoscere vieppiù i legami di subordinazio- « ne necessaria fra i fenomeni naturali, e sa che il tentare « spiegazioni premature sarebbe falsare il metodo; che bisogna « sapere ignorare, o piuttosto sapere attendere, e ricercare i fe- « nomeni, piuttosto che spiegazioni. Forse un semplice fatto, « fino al presente inavvertito, servirà a sollevare il velo che ci « asconde da sì lungo tempo tutti i misteri dell'aurora boreale ».

Queste riflessioni introdotte da illustre e dotto fisico dei nostri giorni in un corso copioso di fisica sì giustamente apprezzato, nel quale non trovò l'autore di fare parola di alcuna delle ipotesi prodotte dai celebri autori, che primi tentarono di spiegare i misteriosi fenomeni delle aurore boreali, furono cause, che con attenzione ed impegno intraprendessi la lettura della Memoria sopra annunziata speditami dalla gentilezza dell'Autore, sebbene scritta in una lingua e me poco nota, e della quale ho stimato opportuno che non vi sarebbe discaro un estratto, contenendosi in essa ravvicinamenti, per quanto a me sembra, interessanti, e dei quali le future osservazioni potranno vie più manifestare l'importanza, se avvenga, che i pensamenti dell'Autore vengano confermati; giacchè per riepilogare in due parole il suo assunto; egli ritiene periodici i fenomeni delle auro-

re boreali; e prodotti da una sottile materia cosmica, che si avvolge intorno al sole allo stesso modo, ed all'incirca nella stessa regione in cui si avvolgono i corpi cosmici che per generale opinione dei recenti fisici danno origine alle pioggie meteoriche, alle stelle cadenti ed ai bolidi.

Le ricerche dell'Autore presero origine dalla splendida apparizione di un'aurora boreale osservata nella sera del 27 Agosto 1827, che fu la prima a comparire dopo un lungo lasso di tempo in cui non si presentavano questi fenomeni, e che si riprodussero poi in altre simili apparizioni fino al novembre 1848 con maggiore o minore frequenza nel corso di cadaun anno, asserendo essere giunto il numero al suo massimo negli anni 1835 1836, 1837. Non cessarono interamente le loro apparizioni nel 1848; ma altre pure ne vennero osservate bene rimarchevoli nel Settembre 1851, nel Febbrajo 1852, ed anche nel 1853. Dalla storia di queste apparizioni e da quella delle apparizioni degli anni anteriori ritiene, che si aggruppino a periodi di poco più di 20 anni, aumentando gradatamente in numero di anno in anno fino alla metà del periodo; indi poi pure gradatamente diminuendo fino al suo termine.

Siccome poi si presentano sotto diversissime forme, e sotto diversi gradi di illuminazione, così riesce molto opportuna una classificazione dei caratteri e forme principali, sotto le quali si presentano le aurore boreali, e che egli riduce alle sei seguenti:

I. *Aurora crepuscolare*. Splendore nel nord sotto varie intensità rassomigliante allo spuntare del giorno.

II. *Archi*. Sono archi di circolo o zone a varie altezze fra il Nord est, ed il N. W. costituenti spesso i soli contorni di un segmento, ed altre volte dense colonne di luce terminate in arco procedenti da levante verso ponente. Muovesi frequentemente dal Nord al Sud, elevandosi pel solito poco oltre il zenit; in pochi casi nelle alte latitudini furono veduti oltrepassare fino a 20° il zenit dalla parte australe.

III. *Pennoncelli* (*streamers*) che ei definisce per acuti coni o fusi lanciati solidamente da un arco o da una densa oscura nube lungo l'orizzonte al settentrione, elevantesi pochi gradi sopra di esso.

IV. *Corona*. Zona circolare intorno al polo dell'ago magne-

tico (*dipiny needle*) formata da ghirlande o di vapore aurorale, o di puro bianco, o di varii colori prismatici, intrecciati di coni radianti dalla circonferenza.

v. *Onde*, cioè ondulazioni pel solito fluenti verso il centro della corona, o lungo la linea dei pennelli, e talvolta lungo la periferia di un arco da levante verso ponente.

vi. *Nuvole aurorali*, così egli chiama un ammasso di vapori lattei alla parte boreale, che nella sua qualità e densità si annunzia come foriero di una avvicinantesi aurora.

Queste nuvole hanno la tinta del fumo, specialmente in fronte, essendo luminose ai margini. Il titolo *allegri danzatori* (*merry dancers*) è male a proposito applicato da alcuni autori a diverse apparenze costituenti la parte più attiva del fenomeno, quali sono le rapide coruscazioni, i veloci movimenti orizzontali, quasi svolazzanti per una foresta di pennelli di luce.

L'autore passa a descrivere le apparizioni delle aurore boreali nella forma seguente, che per essere presso di noi molto rare, crediamo opportuno di riferire colle sue stesse parole tradotte nella nostra lingua

« Nelle frequenti ricorrenze dell'aurora boreale, le varie for-
« me sopra enumerate si presentano talvolta separatamente; ma
« comunemente più o meno combinate; nei più magnifici esem-
« pi sono tutte riunite. Da bel principio in prima sera si pre-
« senta il *crepuscolo boreale*, come se il sole dopo il tramonto
« fosse per risorgere intempestivamente a settentrione. Se un
« forte ammasso di vapore luminoso (particolare nelle sue ester-
« ne proprietà e tanto distinto dal vapore acqueo da giustifica-
« re la denominazione di vapore aurorale) si fissa nell'orizzonte
« a settentrione, possiamo attenderci di vedere successivamente
« l'aurora rivestita delle sue più nobili forme; li pennoncelli co-
« mincieranno a dardeggiare all'insù; una densa fronte di fu-
« mo ricuoprirà il vapore aurorale, presentando quà e là mac-
« chie bianche transitorie e mutabili, le quali d'improvviso si
« gonfiano; spesso all'improvviso si dileguano; di poi larghe
« colonne di un chiarore argentino si formeranno simultanea-
« mente al N. E. e N. W. le quali talvolta si congregano, ed
« occupano il cielo in un arco intero. Improvvisamente le co-
« lonne e le nuvole aurorali assumono un colore chermisino, di

« poi tutte le colonne ed irradiazioni si slancieranno verso un « punto S. E. del zenit corrispondente al polo dell'ago magne- « tico, attortigliandosi intorno ad esso in una splendida corona. « In fine le onde aurorali comincieranno a fluire all'insù dal- « l'orizzonte verso lo stesso punto in sorprendenti ondulazioni « bene spesso combinate per una gran parte della notte. In « questo intervallo l'ago magnetico è violentemente agitato e « deviato dalla sua posizione normale ».

È l'avvenimento di queste grandi aurore ripetuto con insolita frequenza, che costituisce il periodo dall'autore denominato *periodo secolare dell'aurora boreale*, riguardando i fenomeni sotto forma più umile, come i crepuscoli boreali, le irradiazioni, od altro, come fenomeni ordinarii. Egli distribuisce le aurore boreali in quattro classi diverse con la descrizione dei caratteri appartenenti a ciascuna di esse nella forma seguente:

Classe I. — Questa è caratterizzata dalla presenza di tre almeno delle quattro più magnifiche varietà di forme; cioè archi, pennoncelli o fusi, corona ed onde. La formazione della corona è il carattere di questa classe; tuttavia (soggiunge egli) se la corona siasi distintamente formata senza archi aurorali, onde, o vapore chermisino, non può essere considerata come aurora di 1ª. classe.

Classe II. — La combinazione di due o più dei principali caratteri della 1ª. classe colla mancanza degli altri, servono a costituire la 2ª. classe. Così la presenza degli archi o di pennoncelli, ambedue di uno splendore distinto colla mancanza di onde, e colonne chermisine; ovvero di fusi senza corona, o di archi con corona senza fusi o colonne, serviranno a formare i caratteri per la 2ª. classe.

Classe III. — La presenza di uno soltanto dei primarii caratteri, siano essi fusi, archi, irregolari coruscazioni, ma senza formazione di corona, con un moderato grado di intensità, formerà il carattere della 3ª. classe.

Classe IV. — In questa classe si ripongono tutte le più ordinarie forme delle aurore boreali, come i crepuscoli boreali, poche irradiazioni fusolari senza alcuna di quelle forme caratteristiche, che convengono alla magnificenza delle altre classi.

Dopo di avere stabilito una regolare classificazione delle forme, e caratteri delle aurore boreali, intraprende l'Autore a tessere la storia del recente loro periodo. Le poche Memorie di tali aurore osservate con circostanze meno atte a risvegliare la comune attenzione fra il 1780 ed il 1827 furono causa che si attribuisse poca importanza a questi magnifici e misteriosi fenomeni naturali, intorno ai quali ci è stata lasciata una storia tanto interessante dall'illustre fisico Mairan a tutti nota. Ma le splendide apparizioni, che principiarono a manifestarsi di nuovo dal 1820 al 1827, e continuarono poi fino al 1848, richiamarono su questo argomento l'attenzione dei fisici, e specialmente degli Americani, ove apparisce che il fenomeno si estenda a latitudini anche minori di quanto suole accadere fra noi, giacchè dalle relazioni inserite nella presente Memoria viene osservato in tutta la sua magnificenza eziandio a 32° di latitudine boreale, mentre presso di noi a 45° è sommamente raro, per modo che io rammento appena di averlo veduto due volte in meno splendide forme dal 1806 al 1852 in circa.

Dopo di avere rammentato i lavori di Dalton, che riunì in un catalogo le aurore boreali osservate dall'anno 1794 fino al 1834, prende a riferire la storia di quelle che si presentarono dal 1827 al 1848 per un periodo di 20 anni, costituente, dietro le sue ricerche, uno dei grandi loro periodi secolari.

Bene si comprende, che la enumerazione delle circostanze simili nelle frequenti apparizioni di questi fenomeni, descritti già con tutta la pompa dell'eloquenza da Halley, da Mairan e da altri, che ne furono testimonii oculari nelle nordiche regioni, diverrebbe necessariamente noiosa. Io pertanto mi asterrò dall'entrare, intorno alle singole apparizioni in questo periodo, in alcuna particolarità, stimando sufficiente riferire negli uniti prospetti il numero delle aurore osservate distribuite nelle singole loro classi, quali sopra le abbiamo riferite.

Aurore osservate per classi dal 1827 al 1848 inclusive.

ANNI	CLASSI				
	I	II	III	IV	Totale
1827 . . .	0	4	1	5	10
1828 . . .	0	1	3	6	10
1829 . . .	0	1	8	8	17
1830 . . .	1	3	6	21	31
1831 . . .	1	1	1	20	23
1832 . . .	0	3	2	19	25
1833 . . .	1	2	8	25	36
1834 . . .	0	0	3	29	32
1835 . . .	1	2	4	19	26
1836 . . .	1	3	11	46	61
1837 . . .	3	1	9	37	50
1838 . . .	0	7	13	22	42
1839 . . .	1	2	9	46	58
1840 . . .	0	3	12	60	75
1841 . . .	0	3	11	58	72
1842 . . .	0	1	4	31	36
1843 . . .	0	0	8	47	55
1844 . . .	0	2	4	24	30
1845 . . .	0	1	5	19	25
1846 . . .	0	0	8	39	47
1847 . . .	2	2	10	32	46
1848 . . .	1	3	21	39	64
	12	45	161	652	871
1826. . . .	0	0	2	0	2
1849. . . .	0	0	0	14	14

Si può dedurre da questo prospetto, che avanti il 1827 e dopo il 1848, scarsissimo fu il numero delle aurore boreali; e che in questo periodo il maggior numero delle apparizioni ebbe luogo fra il 1836 ed il 1842, essendo il numero medio annuale di 39$\frac{2}{3}$; scarso è il numero delle classi più cospicue, mentre abbonda quello della terza e quarta classe.

L'autore riferisce altri due prospetti tratti dal *rapporto del reggente (Regents' Report)* (opera periodica che io non conosco) fondati sulle osservazioni delle apparizioni fra il 1832 ed il 1848 incl., nei quali vengono queste ordinate per mesi. Per questo periodo di tempo deducesi da quei rapporti, che le apparizioni per cadaun mese furono distribuite al modo seguente.

MESI	PER TUTTE LE CLASSI	PER LA I. E II. CLASSE
Gennaio.	N° 58	N° 2
Febbrajo	» 57	» 2
Marzo	» 65	» 3
Aprile	» 93	» 6
Maggio	» 63	» 4
Giugno	» 46	» 0
Luglio	» 66	» 3
Agosto	» 82	» 8
Settembre	» 84	» 11
Ottobre.	» 66	» 0
Novembre	» 62	» 8
Dicembre	» 37	» 1
Numero totale	780	48

Sebbene da così limitata serie di osservazioni non si possano dedurre conseguenze assolute, tuttavia vedesi una tendenza

ad un maggior numero di apparizioni nella primavera e nell'autunno, massimo riuscendo nei mesi di Aprile e Settembre, minimo in Giugno e Dicembre.

L'autore osserva, che nei mesi di Ottobre, Novembre, Dicembre, Gennaio e Febbraio dalla parte del perielio il numero medio delle apparizioni totali è di 57 $\frac{1}{5}$, mentre dalla parte dell'afelio sarebbe di 72 $\frac{4}{5}$, donde risulterebbe una tendenza ad un aumento nell'apparizioni di questi fenomeni coll'allontanarsi della terra dal sole nel rapporto di 72 $\frac{4}{5}$: 57 $\frac{1}{5}$; risultato non del tutto conforme a quello annunziato dal sig. Mairan, il quale però limitavasi all'osservazione delle classi più luminose. Tracciata la storia delle osservazioni occorse nel periodo da lui osservato, procede alla esposizione delle leggi dedotte dalle osservazioni, con le quali si sviluppano questi fenomeni nelle loro diverse apparizioni, che riepilogheremo dietro le sue stesse tracce.

Legge I. — Ogni aurora boreale della 1ª. classe ordinariamente principia avanti il termine del crepuscolo vespertino in forma di una luce a borea rassomigliante all'aurora.

È un fatto di osservazione molto importante, che anche nei luoghi più distanti le grandi aurore principiano sempre circa alla medesima ora sul terminare del crepuscolo vespertino; non si presentano con tutto il loro splendore, da pertutto principiando a tramontana con una luce rassomigliante all'aurora; crescono gradatamente con quelle apparenze già descritte per le singole classi. Così, ad esempio, l'aurora di 1ª. classe del 17 Novembre 1835 fu veduta principiare a 6^h pomeridiane tanto a Boston che a Cincinnati, luoghi fra loro distanti circa un'ora in longitudine, e quella del 17 Novembre 1848 principiò alla stessa ora nell'Asia Occidentale, nell'Europa, agli Stati-Uniti di America, ai lidi della California, procedendo ovunque nel suo sviluppo circa alle stesse ore della notte collo stesso ordine.

Legge II. — Un'aurora boreale di prima classe giunge per lo più al suo massimo splendore in tutti i luoghi fra 10 *ed* 11 *ore della notte; per lo più pochi minuti avanti* 11^h, al quale momento le colonne improvvisamente crescono in splendore, prendendo un intenso colore sanguigno, e dirigendosi dal N. E. e dal S. E., verso il punto di loro concorso con rapidis-

simo moto vi formano la corona. Talvolta addiviene, che essendo la meteora entrata in diminuzione, si rinnova e passa in ora più tarda fra 1^h e 3^h dopo mezzanotte ad un secondo massimo di minore intensità.

Legge III. — Fine delle aurore boreali. Le aurore delle classi inferiori, e di minore intensità, terminano per lo più avanti mezza notte; quelle di prima classe continuano frequentemente tutta la notte. Nell'aurora del 1°. Luglio 1837 le correnti luminose furono osservate un'ora dopo lo spuntare del giorno; le onde aurorali più cospicue si presentano d'ordinario dopo la mezzanotte, frequentemente dopo la scomparsa della corona.

Le citate leggi sono confermate dall'osservazione in tutti i luoghi ed in tutti i tempi circa il principio, massimo e fine delle aurore boreali; poche eccezioni sembrano essere state osservate per il tempo del massimo, che nelle minori latitudini sembra avere talvolta anticipato di qualche ora.

Nelle regioni boreali, allorchè la meteora presentasi in quei mesi, nei quali il sole sta sempre sotto l'orizzonte, l'apparizione del fenomeno non sembra aver luogo indifferentemente a tutte le 14 ore; ma secondo le relazioni della commissione francese a Bofsekop composta del sig. Lottin ed altri, si presenta fra le 10^h pomeridiane e le 4^h antimeridiane; durante poi i brevi giorni principia (come in tutti gli altri paesi) dopo il tramonto del sole. Osservasi colà eziandio in tempo di giorno qualche cosa di simile alle nuvole aurorali; sembra però che queste non appartengano a questa classe dei fenomeni, giacchè sono esse sempre accompagnate da grandi agitazioni magnetiche, le quali quasi mai succedono durante il giorno.

Legge IV. — Le aurore boreali degli ordini più elevati abbracciano ordinariamente una grande estensione. Eccone alcuni esempii. La splendida apparizione del 28 Agosto 1827 fu osservata in Scozia e nelle provincie più settentrionali degli Stati-Uniti; quella del 17 Novembre 1848 presentò da per tutto le stesse apparenze in Asia, in Europa ed in America per una estensione di oltre 150° in longitudine, delle quali sorprendenti estensioni si potrebbero citare molti altri esempii.

Generalmente è da notarsi la circostanza, in vero molto ri-

marchevole, che alle stesse latitudini presentano gli stessi fenomeni luminosi; ma questi variano con la latitudine indebolendosi col discendere verso l'equatore.

Legge V. — Vapore aurorale. Una grande aurora è preceduta da un grande ammasso di vapori o nuvole aurorali appoggiate all' orizzonte settentrionale, di apparenza lattea, talvolta del colore del fumo, od anco di ambedue frammisti. Si direbbe, che tale vapore forma la sostanza, da cui è alimentato il fenomeno; ordinariamente è basso, denso, simile a bassa e leggiera nebbia, giacchè le stelle, ne soffrono piccolo detrimento nel loro splendore, e quando questo è in piccola quantità, raramente l'aurora acquista i caratteri primarii, od è di lunga durata.

Legge VI. — Onde aurorali. Queste onde si presentano dopo i torrenti e gli archi, solitamente quando è scomparsa la corona, continuando fino ad ore avanzate della notte, presentando spesso un sublime spettacolo dopo che sparirono le altre note caratteristiche dell'aurora. Principiano ad apparire ad un livello più basso delle colonne, rivolgendosi con una sorprendente celerità verso il centro della corona nella direzione delle stesse colonne. Sembrano muoversi in modo ondulatorio piuttosto che progressivo pervenendo a circa metà strada fra l' orizzonte ed il zenit; spazio da esse trascorso in circa $^1/_4$ secondo.

Legge VII. — Fenomeni magnetici. (*L'aurora boreale è accompagnata da rimarchevoli fenomeni magnetici*) così nell'apparizione 14 Novembre 1837, secondo il Prof. Herik, la declinazione magnetica era in continua variazione, e tale che in 3" di tempo spesso variava di 30', la sua più grande deviazione essendo giunta a circa sei gradi. L'ago di inclinazione soffre pure frequenti perturbazioni; sebbene non siansi osservati rapporti costanti con la forza magnetica; tuttavia è fatto costantemente asserito da diligenti osservatori, che le colonne, i torrenti luminosi e le onde prendono una direzione parallela a quella delle spranghe magnetiche liberamente sospese, e la colonna aurorale occupa la posizione del polo sud, ossia di quel punto a cui nel firmamento dirigesi l'estremità superiore dell'ago di inclinazione. Il Prof. Henry ha trovato un incremento nella forza magnetica orizzontale avanti l'aurora, ed un decremento do-

po la sua scomparsa; il quale fatto è pure stato osservato da Hansteen, a cui la dottrina del magnetismo va debitrice di tante importanti scoperte; simili osservazioni furono pure fatte dai celebri viaggiatori Parry e Franklin.

Legge VIII. — Relazioni geografiche. L'aurora boreale molto spesso si osserva nelle regioni boreali; soltanto nei grandi periodi discende al di sotto di 40° in latitudine, ma discende più verso l'equatore nelle regioni occidentali che nelle orientali, e prevale più nell' emisfero boreale, che nell' australe.

L'autore riferisce con sufficiente dettaglio le osservazioni, che sembrano appoggiare questo canone di relazioni geografiche, e Lottin, nella sua stazione di 206 giorni a Bossekop sotto la latitudine di 69°,58'. ne osservò 143.

Molto scarse sono le osservazioni delle aurore intorno al polo australe, giacchè più scarsi furono fin ora i viaggiatori in quelle acque, ed i pochi che vi penetrarono furono o dalla lunghezza dei giorni, o da persistenti nebbie contrariati nelle osservazioni di questi fenomeni.

Ulloa sembra essere stato il primo a darne relazione in una lettera riferita dal sig. Mairan nella sua opera più volte citata; in seguito i capitani Witkes ed Hudson, nelle loro spedizioni fatte negli anni 1839, 1840, fanno menzione di aurore australi simili alle boreali, nè si può dubitare, che se più frequenti fossero state le spedizioni scientifiche in quelle regioni in stagioni favorevoli, non si fossero colà osservati simili fenomeni luminosi, la frequenza, l'indole e le circostanze dei quali potranno in un non lontano avvenire riuscire di molto vantaggio per scoprirne la causa, confermare o distruggere le nostre presenti congetture.

Legge IX. — Non vi sono prove decisive ed evidenti per dimostrare, che l'aurora boreale sia accompagnata da un suono particolare. Venne talvolta asserita la presenza di un sordo mormorio nelle aurore boreali; ma le più attente osservazioni di diligentissimi fisici sono presso che tutte concordi a negarlo, attribuendo lo strepito da alcuni asserito ad illusioni, od al leggiero sussurro dei venti nelle boscaglie, che in tempo di notte può facilmente venire scambiato, se percepito quando l'animo è preoccupato da tali sorprendenti fenomeni; massime se l'occhio contempli i celeri movimenti delle onde lumi-

nose, mentre l'orecchio ode il leggiero mormorio atmosferico per fronzuto bosco non molto lontano in mezzo alla tranquillità della notte.

Legge X. — Il fenomeno dell'aurora boreale ha sua sede ad una grande altezza sopra la terra, però molto variabile. In questo argomento diversissime sono le opinioni dei fisici; alcuni riputandolo un fenomeno avente la sua sede alla regione delle nuvole; ma il maggior numero lo ripone ad una grande elevazione non minore di cento leghe.

Il sig. Mairan, paragonando le osservazioni delle altezze degli archi aurorali fatte a Parigi dal sig. Godin, ed a Frascati presso Roma dal Cardinale Polignac intorno all'aurora 19 Ottobre 1736, ne valutò l'altezza sopra la terra a 266 $^{3}/_{4}$ leghe (di 25 al grado); ed in generale ei la reputa compresa tra 100 e 300 leghe; Cavendish nell'aurora 23 Febbrajo 1784 la stimava fra 52 e 71 miglia; Dalton in quella del 15 Febbrajo 1793 la reputò di 150 miglia.

L'autore intorno a questo importante argomento cita, come le più soddisfacenti a sua notizia, le ricerche del sig. Prof. Alessandro Twining inserite nel vol. 32 dell'opera: *American Journal of Science*, il quale è stato fortunato di potere trascegliere nelle aurore boreali degli anni 1835, 1836 degli archi e delle parti staccate e bene definite, le quali, osservate da luoghi fra loro alquanto distanti dallo stesso Twining, dall'autore della Memoria, e dal sig. Dott. Ellswarth di Artord, hanno esibito il modo di poterne determinare la parallasse, e quindi una misura abbastanza prossima e sicura dei varii punti osservati.

Stimo opportuno di riferire tradotte dal loro originale le parole, con le quali ei conclude questo importante argomento, perchè in esse contiensi la confutazione dei risultati da alcuni ottenuti per riporle a mediocrissime distanze.

« In complesso io penso, essere noi autorizzati a concludere « dalle precedenti autorità, che gli archi aurorali di raro e « forse mai discendono ad un'altezza minore di 70 miglia so- « pra la terra, e che spesso non eccedono quella di M^{a} 160, « essendo probabile, che vadano variando fra questi due estre- « mi. In vero, fissando tali limiti, sembra conveniente di ri- « chiamare anco alla memoria certe osservazioni, le quali in-

« dicherebbero un'elevazione molto minore, discendente fino « alla regione delle nuvole, ed anche sotto di essa. Io alludo « particolarmente alle viste del rev. Farquharson di Scozia, del « capitano Parry, e di uno o due altri navigatori dei mari bo« reali.

« A tutti quelli che hanno attentamente osservato questo « fenomeno, una differenza di stazione di poche miglia, ed an« che di pochi gradi, non produsse che piccoli cambiamenti « nella posizione di un arco aurorale; ad un abitante di Mon« treal, e ad uno di Washigthon, la stessa *esibizione* rimase « ancora boreale; ma secondo M. Farquharson un' aurora cam« biò la sua posizione per un osservatore dal nord al sud, sol« tanto attraversando un colle in direzione opposta. Di più se« condo lo stesso autore, misure trigonometriche accurate pre« se all'estremità di una base di 6810 piedi di lunghezza con« dussero ad una paralasse così grande da porgere un'altez« za perpendicolare sopra il luogo più basso di 5693 piedi, cioè « poco più di un miglio e soltanto di 1500 piedi sopra la som« mità dei vicini colli. Questi risultati ed altri simili riferiti « dallo stesso autore, sono così differenti da quelli ottenuti da « quasi tutti gli altri, che hanno osservato questo fenomeno in « diverse età ed in diversi paesi, che se si ammettono accura« te queste osservazioni, siamo costretti a credere, in quelle « località, la esistenza di una peculiarità valevole a far discen« dere l'aurora ad un livello più basso di quello a cui pervie« ne in tutte le altre parti del mondo. Dalton ha assegnato al« cune ragioni per credere in errore quelle osservazioni ».

Nè maggiore importanza attribuisce l' autore ad una relazione dal capitano Parry riferita nel suo terzo viaggio, giusta la quale, stando a Porto Bown nella latitudine di 73°, 13' in compagnia dei luogotenenti Sherrer e Ross fu veduta una nube aurorale a poca distanza fra loro e la vicina terra, gettare dardi di luce gialla e brillante, che fu da tutti giudicata un'aurora situata a piccola distanza. L'autore crede doverlo riguardare come un avvenimento insolito, estraneo al fenomeno che non infirma la generalità dei risultati dedotti dal complesso di tutte le osservazioni registrate in diversi luoghi ed in diversi tempi.

Legge XI. — Periodicità. Le aurore boreali hanno tre distinte forme di periodicità; cioè una periodicità diurna principiando, giungendo al loro massimo e terminando ad ore distinte della notte; una periodicità annua, raramente o quasi mai presentandosi in Giugno, agglomerandosi in maggiore numero, specialmente nelle classi superiori, nei mesi di Settembre e di Novembre; ed una periodicità secolare, la più rimarchevole di tutte, ricorrendo a grandi serie.

In proposito del canone stabilito per le diurne sue apparizioni, ne abbiamo già detto abbastanza nei fatti precedentemente riferiti, e sebbene scarse siano le osservazioni per stabilirne un canone caratteristico per i diversi mesi dell'anno, si può tuttavia ritenere come abbastanza dimostrato, dietro l'esame delle apparizioni fra il 1827 ed il 1848, e da altri dettagli storici raccolti dall'autore su questo argomento.

Quanto al periodo secolare, dietro un esame delle più celebri apparizioni registrate nella storia dai tempi greci e latini fino ai nostri, risulta che trascorrono spesso molti anni senza che si presentino apparizioni di aurore boreali; ma quando principiano ad osservarsi con una qualche splendida apparizione, generalmente parlando, si riproducono per molti anni con varietà di forme e di splendore nei diversi mesi. Il Dott. Halley era già molto inoltrato negli anni, quando la magnifica aurora del 1726 attrasse per la prima volta la sua attenzione, e diede origine ai suoi lavori, i quali devono essere risguardati come i primi rapporti scientifici, che stabilirono una nuova èra intorno a questo argomento. Noi non seguiremo l'autore nei confronti storici da esso raccolti, dai quali deduce il seguente canone per la periodicità secolare.

I grandi ritorni delle aurore boreali da noi denominati periodi secolari, ricorrono ad intervalli di 65 anni, calcolando dal mezzo di un periodo alla metà dell'altro e durano da 20 a 25 anni.

Conviene pertanto, dietro le discussioni dell'Autore, rappresentarsi questi fenomeni distribuiti a gruppi di 20 a 25 anni separati l'uno dall'altro da uno spazio di tempo di circa 40 anni, durante il quale nessuna aurora, o pochissime (almeno delle classi superiori) si presentano ai nostri sguardi, ritenendo

fatto istorico, che cadaun gruppo principia e termina con una qualche splendida comparsa di aurora, e che le apparizioni vadano gradatamente moltiplicandosi fino ad un massimo verso la metà della serie per diminuire poi in ordine inverso fino alla fine, in cui cessano per un altro periodo di circa quaranta anni.

Esposte così dall'autore le leggi caratteristiche, che le osservazioni hanno dimostrato avverarsi nello sviluppo dei fenomeni aurorali, procede all'ultima parte della sua Memoria intitolata:

Origine e causa dell' aurora boreale,

alla quale egli modestamente prelude con le seguenti parole:

« Al prossimo ritorno del periodo secolare (che io anti- « cipatamente credo dover principiare nel 1890, giungendo al « suo massimo al cominciamento del prossimo secolo), possia- « mo giustamente attenderci da uno stato più avanzato delle « scienze naturali, e da una maggiore copia di fatti accurati, « che i filosofi, riguardo alla causa di questi misteriosi feno- « meni, saranno in caso di pervenire a conclusioni più accu- « rate di quello che possiamo farlo noi al presente. Le memo- « morie dei fatti osservati nel periodo recente, e le leggi de- « dotte somministreranno agli osservatori di quell'epoca utili « esempii di confronto, e possibilmente qualche vantaggioso « cenno di riflessione, se anche molte delle nostre conclusioni « dovessero essere messe in disparte in vista di altre più giu- « ste e più definite; ed io nutro speranza, che gli indagatori « del vero riguarderanno con indulgenza gli sforzi per mettere « in luce il mistero circondante il soggetto, se anche non fos- « sero per accomodarsi alle conclusioni alle quali sono stato « condotto.

« Le principali ricerche involte in questa discussione sono « le seguenti: Qual è l'origine del vapore o della materia for- « mante la base dell'aurora? Donde dipende la periodicità di « questi fenomeni, e perchè si presentano in certe ore del gior- « no piuttosto che in altre? Perchè sono più frequenti in al- « cuni mesi dell'anno piuttosto che in altri? Qual è la causa « del loro ritorno a periodi secolari? Può darsi una spiegazio-

« ne delle loro più sensibili apparenze, quali sono i fenomeni
« luminosi, i rimarchevoli loro movimenti, la loro direzione in
« archi, colonne, corone? Può assegnarsi una ragione, per cui
« appariscono nelle regioni polari piuttosto che nelle equatoria-
« li, e perchè siano più intensi alle stesse latitudini nelle re-
« gioni occidentali, che nelle orientali? »

Riflette giustamente l'autore, non potersi considerare soddisfacente una teoria, la quale non presenti una piena spiegazione della maggior parte degli enunziati punti, e non sia in contradizione coi fatti conosciuti. Così una teoria, che spieghi le apparenze luminose, ma non accenni all'origine, che pure deve essere il capo fondamentale, è da reputarsi del tutto insufficiente.

Vuolsi fare una distinzione fra una ipotesi ed una teoria; dovendosi intendere per ipotesi un principio assunto valevole a rendere conto di una classe di fatti; per teoria una deduzione dei fatti istessi derivata in accordo alle leggi della natura. Dietro queste considerazioni l'autore passa a riferire brevemente le ipotesi prodotte da Halley, da Coates e da Mairan per la spiegazione dei fenomeni dell'aurora boreale prima di passare all'esposizione della sua teoria.

Halley ripeteva i fenomeni aurorali da una sua teorica del magnetismo, che egli figuravasi come un effluvio di una materia sottile in circolazione attorno alla terra, il quale producesse i fenomeni magnetici; ei riguardava la terra come un grande magnete; e supponeva che questa sottile materia affluendo verso il polo australe, la attraversasse procedendo verso il polo boreale, e di là irrompendo, diffondendosi e condensandosi in varie forme, producesse intorno alle regioni boreali quella varietà di fenomeni da esso osservati e descritti; la quale spiegazione è tanto più rimarchevole, in quanto che al suo tempo non erano noti i perturbamenti apportati dalla presenza delle aurore negli apparati magnetici. Non essendovi traccia di simili effluvii, una tale ipotesi non può riguardarsi come verificata dalle osservazioni, a fronte dei molti rapporti osservati fra i fenomeni aurorali e magnetici.

Ruggero Coates voleva le aurore boreali derivate da una miscela di vapori e di esalazioni; i torrenti di luce, le onde,

le colonne, le riguardava come prodotti di una fermentazione e della potente agitazione prodottavi dai colpi di vento. Questa spiegazione, ed altre simili dovute ad autori di quell'epoca sono appoggiate a nude speculazioni senza alcun fondamento scientifico.

Il sig. Mairan, nella celebre sua opera pubblicata per la prima volta nel 1733, e di molto aumentata nella seconda edizione del 1754, dopo di avere con diligenza raccolto la storia delle osservazioni, ed ordinato con molta sagacità i fenomeni, ne produsse una plausibile spiegazione, che fu accolta da molti con entusiasmo; combattuta da altri con calore. Egli attribuisce i fenomeni aurorali alla luce zodiacale, che riguarda con altri filosofi, come un'atmosfera solare, la quale si estenda e si avvicini fino verso le regioni della terra, e di cui le ultime e più rare parti si mescolino talvolta con la nostra atmosfera, e dalla celerità della rotazione diurna, e dalla forza centrifuga degli strati atmosferici vengano risospinte verso le regioni polari, ove mancando la forza centrifuga, e trovandosi della stessa densità degli strati superiori, vi rimangano sospese, e dieno origine ai fenomeni aurorali da noi spesso osservati in quelle regioni. La ipotesi di Mairan trovò successivamente favore presso i fisici, specialmente allorchè colle scoperte dell'elettricità fu dimostrato, che essa formava la materia del baleno e del fulmine, e quando nei fenomeni luminosi prodotti dalla scintilla elettrica entro tubi vitrei contenenti un'aria molto rarefatta si osservò un'analogia colle onde e colonne aurorali, si credette potere stabilire che il grandioso fenomeno delle aurore boreali fosse un complesso, in cui vi concorressero la luce zodiacale, l'elettricità, ed il magnetismo, rimanendo ignoto, se ne siano causa od effetto, e rimanendo sempre enigmatici gli osservati fenomeni di periodicità e di relazioni geografiche.

L'autore si propone di rappresentarli nella nuova sua teorica che all'incirca può raccogliersi nella seguente proposizione.

a) *L'origine dell'aurora boreale è cosmica, la cui materia derivando dagli spazii planetarii è composta.*

Egli trae la dimostrazione di questa proposizione dalla grande distanza, nella quale si operano questi fenomeni, e dal-

la grande estensione, che abbracciano, riproducendosi alle stesse ore e colle stesse circostanze in luoghi distanti anche più di 150° in longitudine. Le pioggie meteoriche, i fenomeni dei bolidi, e stelle cadenti hanno già dimostrata la esistenza di grandi agglomerazioni di materia cosmica, alla quale trova doversi eziandio attribuire i fenomeni in questione. Egli fa la ingegnosa riflessione, che alla materia cosmica producente i fenomeni aurorali non è necessario attribuire per sè una grande estensione; ma occupando nello spazio una certa posizione, suppone che ad essa presentisi la nostra terra colla diurna sua rotazione, e lasciandola successivamente indietro, dà origine agli stessi fenomeni per tutti i luoghi della sua superficie che le si vengono successivamente presentando. Una tale ipotesi spiega con molta semplicità la distanza e le norme degli archi aurorali, ed il loro successivo progredire alle stesse ore locali; circostanze, che sembrano escludere nel loro progresso un'origine terrestre. L'autore trae ancora una nuova dimostrazione della origine cosmica dell'aurora dalla considerazione della celerità delle onde e delle correnti, la quale, mentre per la sua grandezza esclude un'origine terrestre, per l'altra, essendo progressiva e tale da impiegare circa 1" a pervenire dall'orizzonte al zenit, non può ripetersi puramente e semplicemente da fenomeni elettrici o magnetici, i quali sono instantanei nei loro movimenti.

Una volta poi che si ammetta il principio di farli dipendere dalla presenza di una materia cosmica esistente negli spazii planetarii posta, al pari dei pianeti, sotto il dominio della solare attrazione, è facile comprendere come si possano ad essa attribuire tali rapporti di rivoluzione intorno al sole con la durata della rivoluzione terrestre, che possano spiegare i fenomeni osservati nella loro periodicità secolare, non che nella durata dei minori periodi, potendosi immaginare, che in virtù di tali rapporti possano per lungo tempo rimanere l'uno in vicinanza dell'altro da ricondurre per più anni successivi i fenomeni aurorali, e separarsi poi lentamente per modo che per molti altri anni questi non abbiano luogo, ed in pari tempo è facile concepire, come la varietà e l'agglomeramento dei corpi cosmici in date posizioni dello spazio, possano esibire facili spiegazioni

per tutte le varietà dei fenomeni osservati, ed aprire vasto campo alle indagini dei filosofi ed alle osservazioni dei fisici, dalle quali si dovranno attendere i dati opportuni per verificare con maggiore evidenza le fatte congetture, e per determinare l'estensione dei periodi, la qual rimane al presente alquanto indeterminata per la deficienza di esatte osservazioni.

L'autore viene anche indagando di qual natura devano essere questi corpi cosmici per potere produrre i varii fenomeni osservati. È manifesto che devono essere di una natura tenuissima e rarissima, giacchè, attraverso di essi, le stelle del firmamento non scompariscono, ed il loro splendore non viene in generale che leggiermente modificato; devono essere tali che agiscano sul magnetismo terrestre, giacchè durante le aurore si osservano grandi perturbamenti nei fenomeni magnetici; oltre di che le colonne luminose si dispongono sempre in direzione parallela al meridiano magnetico, e concorrono al polo magnetico per formarvi la corona. I noti rapporti fra l'elettricità ed il magnetismo, ed i fenomeni luminosi prodotti dalla scintilla elettrica in un tubo di aria molto rarefatta porgono il modo di una facile spiegazione ai fenomeni delle onde luminose e delle colonne, quando suppongasi che porzione di materia cosmica rarissima passi in grande vicinanza, o forse anco si mescoli cogli strati superiori della nostra atmosfera e ne turbi l'equilibrio elettrico.

Esiste poi questa materia cosmica così sottile da prestarsi ad una probabile spiegazione? Le celebri osservazioni dei due Herschel intorno alle nebulose sì variamente disseminate per lo spazio, le leggierissime nebulosità osservate nel firmamento, le rarissime code di molti milioni di comete, molte delle quali anco da noi osservate, protratte a distanze grandissime dai loro nuclei, e tali da doverle ritenere in parte allontanate, e lasciate in balìa dell'attrazione solare, porgono argomento a supporne la esistenza in più località, ed a supporla circolante intorno al sole in periodi diversi, tali da prestarsi ad una tale spiegazione. L'autore pertanto dal complesso dei fenomeni osservati, ritiene doversi riguardare come dimostrata l'esistenza di alcuni gruppi di materia cosmica sottilissima, formata di vapori ferruginosi, circolante intorno al sole con rivoluzioni periodiche,

non molto da quella della terra dissimili, mediante i quali, nel modo superiormente accennato, spiega questa classe di fenomeni.

Sarebbe problema facile il ricercare dietro la teoria, quali dovrebbero essere le loro distanze dal sole per dare adito ad un periodo secolare nel modo congetturato, ed a spiegare con varie ipotesi intorno alla loro distribuzione, ed ai piani delle loro orbite le apparizioni nel periodo minore di 20 a 25 anni. L'autore in vero non si abbandona ad alcuna ricerca teorica; noi, lodando il suo ingegno, nol seguiremo in mezzo alle congetture, colle quali chiude la sua Memoria, e termineremo questo ormai troppo lungo estratto col fare un cenno di altre sue considerazioni presentate nel 1851 all' adunanza della associazione americana in Albany per spiegare il fenomeno della luce zodiacale, che (come è noto) è stato riguardato siccome un' appendice al globo solare in forma di un' atmosfera nebulosa e lenticolare, estendentesi fino alle regioni occupate dalla terra nei mesi di Marzo, Aprile e Maggio, a noi visibile dopo il tramonto del sole, e nelle opposte stagioni prima del suo nascere. Non giunse a mia notizia questo suo lavoro, che non può mancare di essere ingegnoso ed interessante, giacchè la comune spiegazione non è esente da difficoltà, come è stato rimarcato da molti valenti fisici ed astronomi; non posso quindi, che riferire intorno a questo argomento le sue stesse parole, e ciò tanto più volentieri, in quanto che le osservazioni intorno alla luce zodiacale, per togliere i dubbii inalzati intorno alla sua origine, vennero espressamente raccomandate dalla Società Astronomica di Londra al sig. Piazzi Smith nella sua spedizione al Picco di Teneriffa fatta nel 1856 allo scopo di risolvere molte importanti questioni di ottica e di astronomia, della quale ho presentato un estratto nello scorso Maggio all'I. R. Accademia di Padova.

« Dopo di avere recapitolato alcune delle ragioni preceden» temente esposte per dimostrare, che le meteore del Novembre « devono la loro origine ad un corpo nebuloso rivolgentesi in« torno al sole, io sottometto le seguenti presunzioni in favore « della opinione, che la luce zodiacale sia lo stesso corpo lu« minoso.

« 1.° La luce zodiacale è un corpo nebuloso.

« 2.° egli ha una rivoluzione intorno al sole;

« 3.° egli raggiunge, ed oltrepassa l'orbita della terra al « tempo delle meteore di Novembre, facendo un piccolo angolo « coll'ecclittica.

« 4.° Durante le pioggie meteoriche di Novembre, le meteo« re vedonsi attualmente procedere dalla parte del cielo co« perta da questa luce ».

« Si potrebbe aggiungere, che nelle grandi pioggie (*meteo*« *riche*) del 1833, questa luce era rimarchevolmente cospicua, « e che subito dopo questo periodo dell'anno essa improvvi« samente apparve alla parte orientale rapporto al sole, essen« do prima veduta dalla parte occidentale; cambiamento di po« sizione indicante, che noi a questo tempo passiamo appresso « ad esso, od anche lo attraversiamo, in modo da projettarlo « da opposte parti del cielo ».

Noi termineremo coll'osservare che il sig. Herschell nell'insigne sua opera *Outlines of Astronomy* pubblicata in Londra nel 1851, sviluppa una analoga opinione, riguardando la luce zodiacale come la parte più densa di quel mezzo che si ha ragione di crederlo esistente, e di resistere al movimento delle comete, sopraccaricata forse da porzioni delle code di milioni di comete abbandonate nei successivi loro passaggi al perielio.



SULL'ACIDO OMOLOGO SUPERIORE ALL'ACIDO CUMINICO; MEMORIA DI ANTONIO ROSSI, PREPARATORE NEL LABORATORIO DI CHIMICA GENERALE DELLA R. UNIVERSITA' DI GENOVA.

Si conosce l'importante reazione dei cianuri dei radicali alcoolici, i quali per l'azione della potassa si convertono negli acidi corrispondenti agli alcoli omologhi superiori. Questa reazione divenne una vera sintesi dell'acido, quando fu dimostrato che per mezzo di un acetene, ossia dell'idruro del radicale al-

coolico, poteva ottenersi il cianuro, il quale poi convertivasi nell' acido.

Fu il Prof. Cannizzaro che diede il primo esempio di tale reazione, convertendo il toluene in cianuro di benzetile (1) e quindi in acido toluico; più tardi il Berthelot dimostrò che per una reazione analoga anche l'acetene ordinario poteva convertirsi in cianuro di metile, e perciò in acido acetico.

Comparando i successivi prodotti che ottengonsi dall' idrocarburo, si possono esprimere così le trasformazioni successive.

« *Negli aceteni (idruri di radicali alcoolici) può sostituirsi un atomo d' idrogeno col cloro* Cl, *col cianogeno* « $ꞒAz$ (2), *e col residuo dell' acido carbonico* $Ꞓ\Theta H\Theta$ « $\left(=Ꞓ\Theta\begin{cases}H\Theta\\ H\Theta\end{cases}-H\Theta\right)$, *o col residuo di altro acido* $(Ac-H\Theta)$; « *il cianogeno per l' azione della potassa si converte nel residuo* $Ꞓ\Theta H\Theta$ ». Queste successive trasformazioni sono espresse nel seguente esempio:

$Ꞓ^7H^7$, H Toluene, o idruro di benzetile
$Ꞓ^7H^7$, Cl Toluene monoclorico, o cloruro di benzetile
$Ꞓ^7H^7$, $ꞒAz$ Toluene monocianico, o cianuro di benzetile
$Ꞓ^7H^7$, $Ꞓ\Theta H\Theta$ Acido carbotoluenico, ossia acido toluico.

Continuando lo studio dell' alcoolcuminico, di cui ho già pubblicati alcuni risultati in una Memoria inserita nel fascicolo di Luglio e Agosto 1860 di questo Giornale, ho voluto preparare, mercè della reazione sopra accennata, l'acido omologo superiore all' acido cuminico, che chiamerò omocuminico. Ad esso potrebbe anche darsi il nome di acido carbocimenico, poichè può considerarsi derivato dal cimene $Ꞓ^{10}H^{14}$, come l'acido toluico deriva dal toluene. Difatti il cimene è l' idruro del radicale dell' alcool cuminico. Le relazioni tra il cimene, l' alcool cuminico, l' acido omocuminico ed i prodotti intermedii coi quali quest' ultimo si ottiene, si esprimono per mezzo delle seguenti formole:

(1) Cannizzaro, *Nuovo Cimento* II. 212.
(2) $Ꞓ=12$ $H=1$

$C^{10}H^{13}, H = C^{10}H^{14}$ Cimene, o idruro di cumintile
$C^{10}H^{13}, H\Theta = C^{10}H^{14}\Theta$ Alcool cuminico, o idrato di cumintile.
$C^{10}H^{13}, Cl$ Cimene monoclorico, o cloruro di cumintile
$C^{10}H^{13}, C Az$ Cimene monocianico, o cianuro di cumintile
$C^{10}H^{13}, C\Theta\, H\Theta$ Acido carbocimenico, ossia acido omocuminico.

Io son partito dall' alcool cuminico stato preparato da Kraut (1) per un procedimento affatto simile a quello impiegato da Cannizzaro per preparare l' alcool benzoico.

Fo passare una corrente di gas acido cloridrico secco a traverso l' alcool cuminico; esso si scalda, si colora leggiermente in verdastro e si divide in due strati; lo strato inferiore è una soluzione acquosa satura di acido cloridrico, lo strato superiore è l' etere cuminidroclorico, ossia il cloruro di cumintile $C^{10}H^{13}Cl$.

Il cloruro di cumintile si decanta e si lava con una soluzione acquosa di potassa; in tale stato, senz' altra depurazione, io lo sottomisi alle trasformazioni successive.

Ho posto il cloruro di cumintile in tubi chiusi con cianuro potassico in polvere ed alcool, e così l' ho scaldato a bagno maria per molte ore, si formò cloruro potassico. Aperti i tubi, ho filtrato il liquido alcoolico per separarlo dal cloruro potassico formatosi e dall' eccesso di cianuro. Una porzione del liquido filtrato è stata mischiata con soluzione alcoolica limpida di cianuro potassico e scaldata per alcune ore, per osservare se si formava nuovo cloruro potassico. Assicuratomi che non se ne formava, e che perciò la reazione era compita, ho separato dal liquido alcoolico la maggior parte dell' alcool per distillazione, ed aggiunsi acqua al residuo; si separò ben tosto un liquido oleoso bruno, aggiunsi etere per discioglierlo, e decantai la soluzione eterea. Svaporando l' etere, si ottenne come residuo il cianuro di cumintile allo stato di olio bruno. Non mi curai di depurarlo, studiarne i caratteri e verificarne la composizione, ma tale quale l' ottenni lo sottoposi ad una ebollizione prolungata con soluzione acquosa concentrata di potassa, sviluppossi allora ammoniaca ed il cianuro venne disparendo. Quando era tutto scomparso, saturai parzialmente con acido

(1) Kraut (1854) *Ann. der Chem. u. Pharm.* XCII. 66.

cloridrico la soluzione potassica, lasciandola però sensibilmente alcalina; così si precipitò la più gran parte della silice disciolta dalla potassa, ma non l'acido omocuminico formatosi, che rimase disciolto allo stato di sale potassico.

Filtrai la soluzione, e dal liquido limpido ottenuto precipitai con eccesso d'acido cloridrico l'acido omocuminico, il quale si separò sulle prime allo stato di goccette oleose, che poi si rappresero in gruppi di aghetti. Separai l'acido dal liquido agitando con etere, decantando e svaporando la soluzione eterea; lo depurai ricristallizzandolo più volte nell'acqua.

L'acido omocuminico così ottenuto cristallizza in aghetti setosi bianchissimi, fonde a 52° in un liquido limpido e scolorito, che col raffreddamento si rappiglia in una massa cristallina, e ad una temperatura superiore si volatilizza senza alterazione. Ha sapore debolmente acido e piccante. È assai poco solubile nell'acqua fredda, un poco più nell'acqua bollente, da cui si separa col raffreddamento in piccole gocce oleose, che successivamente si rappigliano in piccoli aghi.

È solubilissimo nell'alcool e nell'etere. Arrossa la tintura di laccamuffa e scompone i carbonati, formando dei sali per la maggior parte solubili nell'acqua.

Il sale potassico è deliquescente, solubile nell'alcool e non si può ottenere sotto forma regolare.

Il sale baritico è solubile nell'acqua, e cristallizza in aghi prismatici trasparenti, i quali si sfogliano con grande facilità.

Il sale di calce cristallizza da una soluzione acquosa in aghetti setosi e splendenti.

Il sale di magnesia è assai solubile nell'acqua e cristallizza in piccole scaglie perlacee.

Il sale di piombo è un precipitato fioccoso, che cristallizza da una soluzione acquosa bollente in fiocchi cristallini.

Il sale di mercurio si depone da una soluzione acquosa bollente in aghi finissimi e splendenti.

Il sale di rame è di un bel verde; è insolubile nell'acqua, ma si scioglie nell'ammoniaca come altri sali di rame, producendo una soluzione di colore azzurro intenso.

Il sale d'argento si presenta in fiocchi bianchissimi, poco

solubile nell' acqua fredda, un poco più nell' acqua bollente, da cui si depone col raffreddamento in finissimi aghi.

Tutti i sali mentovati sono stati ottenuti per doppia decomposizione dell' omocuminato potassico, ed i sali dei diversi metalli.

L' acido omocuminico è monobasico ed ha la formola seguente: $C^{11}H^{14}O^{2}$.

Questa formola è stata dedotta dall' analisi dell' acido libero e del suo sale d' argento. Difatti l' acido libero cristallizzato nell' acqua e seccato nel vuoto, sottoposto all' analisi ha dato i risultati seguenti:

0gr,384 d' acido bruciato col cromato di piombo hanno dato 0gr,2745 d' acqua e 1gr,044 d' acido carbonico.

Traducendo questi risultati in centesimi, e confrontandoli con quelli dedotti dal calcolo della formola $C^{11}H^{14}O$, si ha:

	Calcolo	Esperienza
C^{11}	74,16	74,14
H^{14}	7,86	7,94
O^{2}	17,98	
	100,00	

L' Analisi del sale d'argento ha dato i risultati seguenti:

I. 0gr,356 di materia bruciata con cromato di piombo hanno dato 0gr,1465 d' acqua 0gr,602 d' acido carbonico.

II. 0gr,410 di materia convenientemente calcinata hanno lasciato 0gr,155 d' argento.

III. 0gr,3255 di materia calcinata hanno lasciato 0gr,1235 d' argento.

Deducendo da questi risultati la composizione centesimale e comparandola con quella dedotta dalla formola $C^{11}H^{13}AgO$, si ha:

	Calcolo	Esperienza		
		I	II	III
C^{11}	46,32	46,11		
H^{13}	4,56	4,57		
Ag	37,89		37,80	37,94
O	11,23			
	100,00			

Non si può dubitare che l'acido da me ottenuto ha la formola dell'omologo superiore all'acido cuminico. Difatti



$$C^{10}H^{12}O^{2} + CH^{2} = C^{11}H^{14}O^{2}$$

Ac. cuminico — Ac. omocuminico.

Non ostante a me resta il dubbio se esso sia il vero omologo dell' acido cuminico, o invece un isomero di tale omologo. Il suo punto di fusione così basso e l'analogia appoggiano il mio dubbio. Si sa difatti che il Prof. Cannizzaro dal cianuro di benzetile non ottenne il vero acido toluico di Noad, ma un isomero di esso più fusibile forse identico coll' acido alfatoluico ottenuto da Strecker dalla decomposizione dell' acido vulpico. Wurtz aveva inoltre precedentemente dimostrato che l' acido caproico preparato col cianuro d' amile, non è identico a quello estratto dal burro.

Per risolvere questa importante questione, io mi propongo di cercare il modo di ottenere tutta la serie omologa superiore alla cuminica per poter comparare l' acido prodotto dall' ossidazione della nuova aldeide e del nuovo alcool con quello prodotto dal cianuro di cumintile.



ALCUNE CONSIDERAZIONI INTORNO ALLA MEMORIA DEL PROFESSOR *BRIGHENTI* SULL' EFFETTO DEL DISBOSCAMENTO O DISSODAMENTO DEI MONTI RISPETTO ALL' ALTEZZA DELLE PIENE MAGGIORI DEI FIUMI ARGINATI; DEL PROF. TURAZZA.

Il chiarissimo Maurizio Brighenti pubblicò una Memoria sull'effetto del disboscamento e del dissodamento dei monti rispetto all'altezza delle piene maggiori dei fiumi arginati. Nulla dirò intorno alla prima di queste Memorie, perchè, sebbene il gravissimo argomento sia trattato da mano veramente maestra, la questione è troppo particolare, e domanda una cono-

scenza così dettagliata delle circostanze locali che io non potrei darne qui una relazione abbastanza esatta e completa senza abusare di troppo della vostra indulgenza. Invece io vi chiedo il permesso di intrattenermi alquanto sulla seconda delle dette Memorie, e per l'importanza dell'argomento in sè stesso, specialmente ora che le ultime disastrose piene di Francia lo tornarono in campo, e perchè ancora vorrei lusingarmi di poter soggiungere in questo proposito alcune idee, le quali, sebbene forse non nuove, possono valere a mettere in piena evidenza le conseguenze di una operazione, che, con vicenda comune troppo alle opinioni umane, non è certamente fra quelle in cui i pareri e le discussioni abbiano saputo tenersi lontani e dalle esagerazioni, e da quell' affastellamento di vane parole, che ad altro non serve che ad intorbidare le questioni anche le più chiare; e per cui, se l'occasione porta di doverne dare un qualche giudizio, direbbe benissimo il nostro Manzoni « un uomo ci arriva alla prima, finchè è nuovo nella questione; e solo a forza di parlarne, e di sentirne parlare, diventa inabile anche ad intendere ».

Esposte dal chiarissimo Autore le varie opinioni circa l'effetto del disboscamento sopra l'alveo e le piene di un fiume, gli pare di poter conchiudere, che le attuali piene, così grandi in paragone di quelle che, secondo quanto ci vien riferito, si riscontrano essere avvenute nei tempi trascorsi, non debbansi già attribuire ai disboscamenti, ma sì bene, e solo, alla mutazione di forma del vaso; motivo per cui egli reputa opportuno ed utile di non andare in traccia di altre cagioni secondarie, difficili a misurare, e di effetto, come egli crede, trascurabile in confronto di quello delle variazioni avvenute nelle condizioni dell'alveo dei fiumi medesimi. E a questa sentenza io mi accomoderò almeno in gran parte, assai volentieri, qualora principalmente non altro abbiasi di mira che di prendere in esame le variazioni avvenute sopra un qualche fiume in particolare: non però così facilmente io mi accomoderò a quell'altra sentenza, che cioè « quando il corso delle acque arriva a formarsi un alveo abbastanza capace, e quando le pendenze che seguono dopo i precipizii e i salti montani, divengono sempre più regolari e minori fino alla parte pianeggiante, quest'ul-

tima non possa risentire alterazioni notevoli dalle mutazioni seguite nella parte lontana ed altissima ». E non mi accomodo, dico, a questa opinione, perchè non la credo assolutamente vera, non avendo il chiarissimo Autore cercato di appoggiarla a tali ragioni per cui non sia possibile di dubitare della sua generale applicabilità. Così la questione del disboscamento non mi pare aver fatto alcun passo verso la sua decisione, per cui le contrarie opinioni non possano ancora tenere il campo e continuare nelle già troppo lunghe discussioni. Non so se io riescirò a troncarle, ma spero almeno di portarle sopra un campo sgombro e preciso, e di renderne quindi più facile la soluzione.

Per ciò credo prima necessario di dover sceverare dalla questione del disboscamento tutte le altre cause concomitanti, che insieme con esso hanno maggiore o minore influenza sullo stabilimento di quel regime particolare che compete a ciascun fiume; e mi pare quindi di dover porre la questione del disboscamento così:

Supposto un fiume ordinato allo scarico delle acque cadenti in un prefinito bacino, e che il fiume stesso sia già stabilito in determinate condizioni del suo bacino, cercare con quali variazioni si stabilirà l'alveo del fiume medesimo qualora queste condizioni venissero notabilmente a mutare pel disboscamento praticato in grande estensione nelle parti, specialmente montane, del bacino medesimo.

A rendere più chiara, e possibilmente meno controversa la soluzione di questo problema, comincerò dal richiamare qui una proposizione idraulica già considerata dal Guglielmini nel suo trattato sulla natura dei fiumi, del quale è la sesta del capo quinto, perchè pare a me che sia necessario di dare a quelle considerazioni del Guglielmini un qualche sviluppo maggiore, e per la natura stessa del problema, e più per l'applicazione che abbiamo la mira di farne al nostro caso. In essa trattasi appunto dello stabilimento dell'alveo allora che nel medesimo avvengono saltuariamente degli influssi di materia, i quali si succedono con certi periodi determinati fra limiti sufficientemente ristretti.

L'alveo di un fiume è stabilito nelle sue pendenze allora

soltanto che queste si trovano disposte così che, in un determinato periodo di tempo, le acque che corrono pel medesimo sieno idonee parte a consumare e parte a portar oltre fino allo sbocco le materie tutte che in un egual periodo di tempo vi portano dentro i torrenti e i fiumi suoi tributarii. Questo periodo può essere più o meno lungo, formarsi da uno o più anni, ma, pei fiumi almeno che hanno due piene all'anno, potremo fissarlo, per es., ad un anno, allorchè ci accontentiamo di assumere uno stabilimento medio fra il quale andrà l'alveo oscillando, ora in più ora in meno, secondo l'avvicendarsi delle stagioni in ciascun anno in particolare. In questo senso dunque l'alveo sarà pienamente stabilito se nel periodo di un anno, in causa del vario avvicendarsi della sua portata, il fiume è idoneo a consumare e smaltire tutta la materia che i torrenti e i fiumi suoi tributarii portano dentro del suo alveo pure nel periodo di un anno.

Se in questo periodo la portata del fiume fosse uniforme, e gli influssi della materia dentro il suo alveo fossero pure perenni e uniformi, lo stabilimento si farebbe con una determinata legge di cadenti, dipendente e dalla quantità di acqua che perennemente scorre pel fiume, e dalla natura e quantità delle materie pure perennemente consumate e spinte oltre dell'acqua. Per intendersi, questo stabilimento lo diremo stabilimento a portata e influsso uniforme. Ma se la materia non viene somministrata uniformemente, ma invece ora in maggior copia ed ora in copia minore; se, oltre a ciò, anche la portata del fiume varia al variare del tempo, allora le sue cadenti si muteranno secondo la quantità e l'intervallo fra un influsso di materia e il successivo, e secondo anche che varia nel frattempo la portata del fiume, andranno esse oscillando intorno ad una linea media di cadenti, la quale si potrà prendere come quella corrispondente a quello stabilimento del fiume che potrem dire a portata e influsso variabile. Ora si tratta in primo luogo di esaminare sotto quali condizioni si stabilirà questa linea media delle cadenti a portata e influsso variabili, in rapporto alla linea di stabilimento a portata e influsso uniformi.

Supponiamo da principio che la portata si mantenga uniforme, e che AB rappresenti la linea della pendenza corrispon-

dente allo stabilimento uniforme in un dato tronco determinato del fiume. Al termire di un dato periodo, e al principio quindi del successivo, si supponga che sia portata dentro a quel tronco o tutta o la massima parte della materia che uniformemente sarebbe recata dentro dell' alveo durante l'intero periodo, e che questa sia tanta da elevare il fondo fino alla CD, e che poi l'influsso della materia per quel periodo o sia nullo, o notabilmente minore, e in quest' ultimo caso sensibilmente uniforme per tutta la durata del periodo. Siccome, per la legge normale delle cadenti di un fiume, ad eguale portata, ma a maggior peso e quantità di materie corrisponde pendenza maggiore, così la linea CD sarà più pendente della AB, e quindi l'acqua prenderà a correre sopra un letto più pendente di prima, e siccome è anche per supposizione più chiara, così prenderà a corrodere questo deposito, e a portar oltre le materie depositate e accumulate durante l' influsso della materia nell' alveo. Col corrodere il deposito e portar oltre le corrosioni, l'acqua torna a farsi torbida, ma siccome la pendenza è maggiore, così sarà suscettibile di una torbidezza maggiore, e colla escavazione perverrà in AB prima del termine del periodo, e continuerà quindi ad escavare, così che al succedere del nuovo influsso di materia il fondo si troverà disposto secondo la EF più depressa della AB, e quindi disposta anche con pendenza minore. Per ciò il letto del fiume andrà oscillando fra le due linee EF e CD corrispondenti, la prima alla massima escavazione, l'altra al massimo riempimento che si avvicendano nell' alveo del fiume stesso durante quel periodo. La cadente media di stabilimento sarà la A'B', media fra queste due, la quale se riescirà superiore alla AB avrà pendenza maggiore di questa, e sarà in pendenza minore se riescirà invece inferiore alla stessa AB.

Ora di questi due casi, tranne accidenti particolari e puramente eccezionali, egli è assai probabilmente il primo che succederà, perchè avvenuto l' influsso della materia repentinamente, non è credibile che esso siasi disposto uniformemente lungo l' alveo senza presentare una successione di avvallamenti e di dossi, i quali, unitamente agli altri ostacoli opposti al libero defluire dell' acqua, ritardano il benefico effetto della escavazione; ed anche perchè la materia, restando depositata e ac-

cumulata per qualche tempo nell' alveo, acquista una compattezza maggiore, e non ha più per conseguenza quella scorrevolezza che si presta facilmente alla escavazione, per cui questa si farà minore, e più lungo tempo si richiederà a raggiungere il supposto profondamento. Questo vediamo appunto succedere nei fiumi temporarii, i cui alvei sono più pendenti, anche per questa ragione, come è benissimo mostrato dal Guglielmini nel corollario quinto della stessa proposizione sesta del capo quinto sopra ricordata:

Da quanto abbiam detto risulta dunque che, anche nel caso in cui la portata del fiume si mantenga uniforme, ma che non avvenga uniformemente l' influsso delle materie, la linea media delle sue cadenti si stabilirà in generale sotto maggiori pendenze, e più elevata di quello che si stabilirebbe se anche l' influsso delle materie fosse uniforme.

Che se poi varia anche la portata del fiume, allora si presentano a considerare due casi, cioè

1°. Che la massima portata abbia luogo alcun tempo dopo cessato l'influsso delle materie, e circa verso il termine del periodo;

2°. Che la massima portata sia contemporanea al massimo influsso della materia, cioè a dire al principio del periodo.

Nel primo caso, essendo massima l' escavazione allorchè è massima la portata, il limite inferiore EF sarà molto più depresso sotto la AB di quello che l'altro limite CD sia invece elevato al di sopra della linea medesima, e quindi la cadente media di stabilimento A'B' si troverà più bassa di AB, ed anche per ciò meno pendente. Ma non è questo quello che il più comunemente succede nei fiumi, nei quali si presenta assai più di frequente il secondo caso, a ben decifrare il quale è mestieri prima che vediamo in qual modo succeda lo stabilimento delle pendenze dell'alveo in causa dell' azione della piena, della media e della magra del fiume.

Al sopravvenir di una piena dai torrenti che influiscono principalmente nelle parti superiori dell'alveo, viene portata dentro l' alveo medesimo la massima copia delle materie, le quali dalla piena stessa vengono anche in parte portate in avanti nelle parti inferiori dell'alveo, ma per la massima parte sono

invece accumulate nelle parti superiori, nel mentre la maggior copia dell'acqua dovuta alla piena va scavando tutto l'alveo nelle sue parti a valle, determinando così in medio su tutta la lunghezza dell'alveo una linea di cadenti gradatamente maggiori di quelle che corrispondono al suo stato di stabilimento, e ciò per l'accumulazione delle materie nelle parti superiori, e l'escavazione invece nelle inferiori. Al cessare dell'influsso delle materie superiormente, e quindi al calar della piena, ma quando continua ancora a correre l'acqua in gran quantità dentro l'alveo, ajutata anche la sua azione dalla maggiore pendenza, le materie accumulate nelle sue parti superiori vengono portate oltre a colmare i vani prodotti inferiormente dalla piena, cosicchè in fine, al sopravvenir della magra, l'alveo è già tornato a stabilirsi nella sua normale pendenza ed altezza, secondo la quale pendenza prende corso l'acqua di magra che generalmente non porta che materie tenuissime, piccola essendo la quantità della torbida tenuta in sospeso e della sabbia ch'essa fa scorrere lungo il letto fino allo sbocco, e forse appena, in totalità, quella poca quantità di materia che allora pure continua ad essere portata dentro dell'alveo, quand'anche invece non succeda un qualche piccolo interrimento.

Lo stabilimento del fiume avviene dunque durante la piena del fiume stesso, e durante quello stato copioso di acque che sta fra la piena e la magra, ma che più si avvicina alla prima. Lo smaltimento poi delle materie succede per l'azione di due piene successive, delle quali la seconda in tempo porta oltre alla foce quella quantità di materie che la prima ha portata dentro dell'alveo, e che venne da quello stato di acque copiose che susseguita la piena spinta in avanti a colmare il vuoto che la piena stessa ha prodotto nelle parti inferiori dell'alveo, pel vuotamento di quella materia che era stata quivi depositata dalla piena precedente.

E che il fenomeno succeda effettivamente così, è dimostrato dall'osservare che il fondo del fiume nelle parti inferiori, durante una piena, si scava sensibilmente, e poi tosto si riempie appena che la piena discende verso lo stato medio dell'acqua. Questo si osserva principalmente in vicinanza dei ponti, dove il restringimento della sezione determina nell'acqua una celerità

maggiore, e quindi una maggiore escavazione e un più sollecito riempimento.

Fissato così il modo secondo il quale avviene lo stabilimento medio dell'alveo di un fiume, ne discende assai facilmente che quanto sarà maggiore la quantità delle materie portate dalla piena dentro l'alveo del fiume, quanto questa sarà più repentina e men duratura, e quanto sarà più scarso e limitato il periodo d'acqua copiosa che tien dietro alla piena, e tanto maggiori saranno le cadenti presentate dalla linea media di stabilimento del fiume, avendo l'acqua bisogno di pendenze maggiori per poter disseminare lungo l'alveo la materia portata dentro il medesimo dalla piena, e lasciar luogo alla piena successiva di smaltirla per intiero.

Potrebbe succedere che un grande influsso di materie avvenisse solo per un certo tempo, dopo il quale la copia delle materie tornasse a diminuire e si riducesse a proporzione minore, senza che per ciò variasse la successione e l'indole della piena. Allora evidentemente le pendenze tornerebbero a diminuire, e ben presto l'alveo si stabilirebbe sotto le cadenti che corrispondono alla nuova proporzione delle materie portatevi dentro.

Potrebbe credersi che allo stabilimento del letto di un fiume fosse per occorrere un tempo grandissimo; locchè può anche esser vero quando il fiume, oltre stabilire il proprio alveo, debba stabilire anche il terreno circostante; ma se il fiume corre incassato nel terreno così da non poter superare le sue sponde naturali se non appena nelle sue massime piene, o quando il fiume sia arginato, allora io reputo che lo stabilimento debba farsi in un tempo assai ristretto, e che forse bastino poche piene a condurlo a compimento. Questo può parere anche evidente se si tratta di uno stabilimento per escavazione, non però così quando invece lo stabilimento succeda per riempimento, dovendo allora accumularsi nell'alveo tutta la quantità di materia che si richiede per riempire lo spazio compreso fra la linea media delle cadenti del fiume all'istante in cui si considera, e la linea media di cadenti dello stabilimento definitivo; ma quando si faccia un conto, e sia pur grossolano, della quantità di materia che una piena trascina lungo l'alveo del fiume, si

si convincerà assai facilmente che poche piene possono benissimo bastare perchè lo stabilimento succeda. Per esempio, secondo un conto del Tadini circa il rapporto fra la quantità della torbida del Po e la quantità dell'acqua di piena, questo fiume in piena convoglierebbe circa otto metri cubi di materia al secondo, che per la durata media d'una piena di 37 giorni somministrerebbe un valore di met. cub. 25574400, i quali distesi sull'alveo totale del Po lo eleverebbero di circa trenta centimetri: e anche in questo conto non entrerebbe la maggior copia di materie che si accumulerebbe nelle parti superiori.

E che questo sia anche il sentimento dei nostri primi maestri lo si desume tosto dalle parole del Guglielmini: « Gli alvei dei fiumi hanno una certa pendenza che, perdendola, immediatamente la riacquistano; » non che dal consiglio, che essi danno, di misurare la pendenza attuale del letto di un fiume, quando questo corra da qualche tempo in un determinato alveo, e non sieno avvenute notevoli variazioni nel suo bacino, per fare stima abbastanza vera della pendenza che si dovrà dare al fiume in una nuova inalveazione progettata per quel fiume, come si può vedere scorrendo le tante scritture che furono estese intorno alla famosa questione del regolamento dei fiumi delle Romagne. A togliere qualunque dubbio ricorderò che io intendo qui di quello stabilimento che si fa dal fiume da monte a valle, perchè è invece lentissimo quello che succede da valle a monte, come nel caso della protrazione della foce.

Nè voglio ancora, prima di fare l'applicazione di queste osservazioni direttamente alla questione del disboscamento e del dissodamento dei terreni, giacchè la Memoria del chiarissimo cav. Brighenti implicitamente mi vi richiama, lasciar l'occasione di ritornare sopra un fatto idraulico, che non mi pare ancora, almeno presso la maggior parte, nettamente fissato, quello cioè dell'arginamento. Egli è a torto che si accusano gli argini d'essere causa dell'alzamento del letto di un fiume, e quindi dell'alzamento delle sue piene: io credo di avere in altro luogo mostrato che l'arginamento di un fiume non impedisce il suo stabilimento, e che anzi assai probabilmente questo stabilimento si farà sotto pendenze minori, e quindi con minore altezza del letto. Ma egli è bensì necessario di distinguere se il fiume

che si arginerà è già stabilito di letto, o no. Naturalmente se l'alveo e il bacino del fiume non sono ancora stabiliti, allora il chiudere il fiume fra argini è limitare lo stabilimento al solo fiume, e non permettere quello del terreno circostante: allora il terreno resta quello che era nel tempo in cui si è proceduto all'arginamento, laddove il fiume col progredire successivo verso lo stabilimento si va alzando sopra il terreno fino ad acquistare quella linea di cadenti che competono alla sua particolare natura, cioè a dire, alla legge secondo cui si succedono in esso le piene e le magre, all'intensità di queste, ed alla qualità e quantità della materia che deve spingere avanti; ma quando il fiume ha acquistato quelle cadenti che gli permettono di smaltire in un anno, tutta la materia che viene portata dentro il suo alveo pure in un anno, egli allora non muterà più il proprio fondo; e non si potrà già dire che il fondo del fiume è troppo alto, perchè egli è allora appunto tanto alto quanto lo esige la sua natura, ma bisognerà, e sarà soltanto giusto, dire che il terreno è troppo basso. Se il fiume non si fosse arginato, egli avrebbe alzato il proprio alveo e contemporaneamente il terreno circostante fino al suo stabilimento, e allora si troverebbe che l'alveo del fiume sarebbe più alto ancora di quello che corrisponde al fiume stesso arginato, soltanto allora sarebbe anche egualmente alto il terreno. Ma è egli poi giusto l'inferire da ciò che non si dovrebbero arginare i fiumi; che le maggiori piene dei fiumi stessi sono occasionate dall'arginamento? Non è dire che bisognerebbe abbandonare le nostre pianure alla natura, disfare queste pianure, spiantarne gli alberi, abbatter le case, sfare, in una parola, tutto quello che ha fatto in tanto tempo la sollecita industria dell'uomo, perchè i nostri tardissimi nipoti si godessero in pace un fiume e un terreno stabiliti? I fiumi non si dovrebbero arginare se l'arginamento impedisse il loro stabilimento, ma una volta che la ragione e l'esperienza persuadono che questo stabilimento non è impedito dagli argini, ma che anzi ne riesce facilitato, allora bisogna invece pensare a salvare le circostanti pianure dall'azione devastatrice dell'acque; pensare a goder noi quando siamo sicuri di non lasciare ai nostri tardi nipoti un'eredità divorante. Se gli uomini, malamente interpretando le leggi idrauliche, hanno

qualche volta fatto male, e forzati i fiumi a seguir linee manifestamente contrarie alla loro natura; se queste operazioni hanno determinato uno stabilimento troppo alto sopra il circostante terreno, non si deve darne colpa al sistema dell' arginamento; incolpatene gli uomini, che anche qui, come quasi sempre, avrete assai probabilmente ragione da vendere.

Nè mi pare ancora che possa apporsi a colpa dell'arginamento la maggiore altezza delle piene; perchè l'altezza di una piena è sempre relativa e non mai assoluta, e va computata da un livello fisso. Se si fosse lasciato il fiume libero, a fiume e terreno stabilito, l'altezza della piena del fiume sopra quel livello fisso sarebbe invece forse più alta di quello che è il fiume arginato, solo la differenza sarebbe nel tempo, attesochè lo stabilimento del letto viene accelerato dall'arginamento. Ma si deve contar sempre sulle paludi che sarebbero formate dalle espansioni del fiume in piena? Se si dovesse contare sopra le stesse, perchè si predica costantemente di sopprimere i diversivi? Perchè nell' Adige, fiume arginato, e già così alto sul circostante terreno, si annovera da tutti i maestri dell'arte principale fra le utili operazioni intraprese alla sua sistemazione la chiusura del Castagnaro? La fiducia nelle paludi non fu forse la più grande delle cause che condussero ad esito così infelice la sistemazione delle acque della Romagna?

Soggiungerò ancora che non è vero che non vi sia alcun limite alla piena di un fiume, perchè nulla osta che possa venire un nuovo diluvio. Io dirò prima che non credo a un nuovo diluvio, e poi che è mestieri distinguere la quantità dell'acqua della piena dall'altezza della piena, prendendo questa volta l' altezza dal fondo alla superficie libera dell' acqua. Siccome secondo una regola abbastanza verificata dall' esperienza, il quadrato della portata cresce come il cubo dell'altezza, così quando l'altezza è già grande, occorre l' aggiunta di tanta acqua per farla crescere anche di una minima quantità, che vi ha tutta la ragione di credere che, ad alveo stabilito, l'altezza massima delle piene di un fiume non supererà certamente un certo limite, il quale anche non potrà essere molto più elevato di quello che corrisponde alle maggiori piene ordinarie. Non conosco caso in cui, presso di noi, si debbano la-

mentare rotte d'argini per tracimazione, essendosi sempre trattenute, anche le massime piene, dentro l'alveo con semplici coronelle. Se dunque l'arginamento non si oppone allo stabilimento dell'alveo, esso non si opporrà nemmeno allo stabilimento del limite delle piene, e tutta la questione dell'arginamento è ridotta a questione di solidità e di manutenzione di argini, e sotto questo punto di vista soltanto può e dev'essere seriamente considerata e discussa.

Dopo ciò, venendo finalmente a prendere in particolare esame gli effetti del disboscamento e del dissodamento del terreno, non credo di illudermi troppo se mi pare che la questione possa essere e presto e sicuramente risolta.

Questi effetti altri si riferiscono alla qualità e quantità della materia che viene portata dentro l'alveo del fiume, nonchè alla legge secondo cui avvengono gl'influssi di questa materia; altri alla quantità dell'acqua che scorre per l'alveo, ed alla legge con cui varia la portata del fiume.

In quanto ai primi credo che nessuno vorrà negare che il disboscamento e il dissodamento del terreno non sieno cagione per cui entri nell'alveo una quantità maggiore di materia; che per la stessa cagione questa materia venga di più portata dentro allo stesso in grandissima copia ad ogni succedersi di dirotti acquazzoni; è quindi appunto allora che prende il suo principio la piena del fiume, e ciò per la maggiore mobilità che acquistano le particelle dei terreni sopra i quali scorrono le acque, e per l'azione dissolvente delle meteore sulle roccie poste a nudo nelle balze montane. E dico che nessuno vorrà negare questi effetti, perchè devono essere principalmente considerati sulle pendici delle più elevate catene dei monti, nelle più alte vallate e nei più dirupati burroni, dove, se anche da principio si impresero alcune coltivazioni, e si tentò di trattenere le frane con muricci od altro, queste non si poterono impedire, e gli scoscendimenti fecero ben presto ragione di queste improvvide operazioni.

Più controversi sono gli effetti della seconda specie, ma mi pare che questi pure possano essere assai probabilmente valutati, considerandoli a parte nelle porzioni pianeggianti o nelle colline del bacino, e nella parte montuosa e dirupata. Io non

negherò quindi i fatti recati da De-belmont, che cioè in quei bacini, nei quali è meno estesa la superficie boschiva e quella coltivata a prato, e sono invece più estesamente stabilite quelle culture le quali esigono che si rompa coll'aratro la cotica del terreno, le acque scendano all'alveo del fiume e più lentamente e in quantità minore in un dato tempo durante, o vicino, la loro caduta, essendo per sè evidente che il rompere coll'aratro la superficie suprema del terreno ne aumenta la permeabilità; ma osserverò bensì che questi mutamenti non sono i soli che si devono considerare, e che di più essi potrebbero avere una grande importanza allora soltanto che si trattasse di paragonare all'attuale quelle epoche lontanissime nelle quali i terreni, che formavano la parte pressochè pianeggiante del bacino dei fiumi, era tutta o in massima parte occupata da boschi e da prati; ma la coltivazione di queste porzioni di terreno è così di vecchia data, che per questa parte nessuna o piccola variazione può essere succeduta nella quantità dell'acqua somministrata al fiume da quella porzione del bacino; almeno computando da epoca ancora da noi abbastanza rimota; al che ancora è mestieri di aggiungere che le pioggie le più dirotte e gli acquazzoni avvengono principalmente nelle alte gole dei monti, e nella parte più montana ed elevata. Così pure azzarderei di dire che i fatti osservati dal sig. Ing. Belgrand, per quanto importanti sieno, non possono alterare nè mutare le deduzioni che si possono trarre dalla costituzione delle parti montane dei fiumi nostri, e di quei fiumi forestieri che tengono di questi l'indole e la natura. Volendo quindi paragonare gli effetti derivanti da un disboscamento sulla quantità d'acqua e sulla legge con cui essa varia, bisogna riportarsi principalmente alla parte montana del bacino, dove cade la massima quantità di acqua, e dove i boschi esistevano in grande estensione anche in epoche a noi abbastanza vicine così da poter essere paragonati i loro effetti in base di elementi abbastanza noti e precisi.

Ridotta così la questione, io credo che anche in questo caso nessuno vorrà negare che il disboscamento delle erte montane, col mettere a nudo in molte parti la roccia, col diminuire la primitiva permeabilità del terreno, non abbia occasionato un più rapido deflusso delle acque che cadono sulle pendici, e quindi

un più rapido raccogliersi di queste acque dentro l'alveo dei fiumi, quindi un corrispondente aumento della maggiore portata dei fiumi stessi, e questo a scapito dello stato medio del fiume, e della durata di quello stato di acque abbastanza copiose, al quale è principalmente dovuto lo spingere avanti la materia che nell'alveo principale del fiume viene portata dai torrenti e dai fiumi influenti. Che se di ciò si esigessero prove, io non potrei che richiamare la lodatissima Memoria del com. Paleocapa, « *Di alcuni indizii sulla diminuita portata magra dei fiumi, ec.* »

Non toccherò la questione della quantità totale dell'acqua che scorre pel fiume in un anno, che, se è vero quanto asserisce Humboldt sull'effetto refrigerante delle selve, e se sono dappertutto applicabili le osservazioni di Jefferson in America, di Dausse in Francia e d'altri, sarebbe minore dopo il disboscamento, perchè credo che un tale fenomeno si debba risentir troppo delle influenze locali per poter essere generalmente applicato; perchè pare che da noi la quantità totale della pioggia non abbia mutato; e perchè, se anche avesse mutato, la differenza non potrebb'essere molto forte, e allora sullo stabilimento dell'alveo ha maggiore influenza la variata legge della portata del fiume, di quello sia la variata portata integrale del fiume stesso.

Se l'effetto del disboscamento è veramente tale quale ora abbiamo cercato di mostrarlo, ricordando quanto abbiamo minutamente discusso in principio circa agli influssi saltuarii di materia nell'alveo di un fiume, ed alla loro influenza sullo stabilimento delle cadenti, risulta chiaramente che

Se il bacino di un fiume, già stabilito, subisca delle notevoli variazioni in causa di estesi disboscamenti, principalmente delle sue erte montane, e dei terreni poco assorbenti, come ad es. i terreni granitici, lo stabilimento del fiume si farà nuovamente dopo un certo tempo più o meno lungo, ma si farà sotto cadenti maggiori di prima; motivo per cui il suo fondo si terrà più elevato di quello che era nello stabilimento precedente.

Discende ancora che

Le variazioni in più delle cadenti, che sono conseguenza

di un disboccamento, saranno massime nelle parti superiori dell'alveo, e andranno gradatamente diminuendo da monte a valle, di maniera che potrebbero riescire piccolissime ed anche insensibili negli estremi tronchi inferiori; non credo però che esse debbano riuscir tali in tutta la parte pianeggiante, come lo vorrebbe il chiarissimo Professor Brighenti; il che se anche avesse a succedere in qualche raro caso, non si potrebbe riputare come regola generale.

Aggiungerò ancora che l'incile di un fiume e il suo sbocco sono due termini fra i quali si va stabilendo quella linea media di cadenti per cui tanta materia è smaltita in un anno, quanta appunto in un anno ne è portata dentro l'alveo del fiume. Ora se, restando fisso lo sbocco, il termine superiore si alza, e non sia per ciò mutata e la legge degli influssi della materia e la legge della portata, il suo alveo ancora si alzerà; imperocchè avendo il fiume mestieri di quella legge di cadenti converrà o che il suo letto si alzi, o che si allunghi così da poter disporre fra il nuovo incile più alto e la foce che è restata quella ch'era, la medesima legge di cadenti: e siccome ad ogni allungamento di alveo corrisponde un alzamento del letto, così questo alzamento succederebbe sempre quando per una causa qualunque venisse a porsi più alto l'incile del fiume, e ciò tanto più se con questo alzamento si combina una maggior copia di materie. Credo che qualunque alzamento permanente di letto in una sezione qualunque del fiume si traduca in un alzamento dell'alveo superiore, ed in un allungamento dell'inferiore, e inversamente.

L'effetto del disboscamento non è però un effetto progressivo, a meno che progressivo non sia lo stesso disboscamento; l'alveo del fiume, dopo avvenuto il disboscamento, si stabilirà nelle sue nuove condizioni, e probabilmente dopo un tempo non molto lungo; e i suoi effetti andranno scomparendo se succederà un rimboscamento del bacino, però assai più lentamente.

Sarà anche facile il vedere come l'effetto del disboscamento non si sia fatto sentire, almeno in misura valutabile, nel Po; perchè i fiumi inferiori dell'Appennino portano la massa delle materie nell'alveo prima che avvenga la piena massima del Po, e i fiumi superiori delle Alpi sono pressochè tutti la-

cuali. Nè guari più difficile sarà la spiegazione degli altri casi particolari, che si sogliono recare in campo nella soluzione generale della questione.

Pei fiumi, come si dicono, di pianura, l'influenza del dissodamento del terreno stà principalmente nell'aumento della quantità di materia; e lo stabilimento succede in pendenza maggiore pel maggiore influsso di materia: la variazione sulla legge della portata ha minore influenza, in quanto che se le acque sono chiare piccolissima pendenza abbisogna, locchè non ha più luogo quando le acque si facciano torbide.

Fin ora ho supposto che l'alveo del fiume prima del disboscamento sia stabilito, e che, quindi, stabilita ne sia pure la foce; che se la foce non sarà stabilita, allora il fenomeno succederà in misura maggiore, atteso il più rapido progredire della foce e del delta del fiume in causa della maggior copia di materie quivi trasportate e depositate dal fiume stesso.

Debbo dirlo, io sono fra quelli che credono fermamente che una protrazione di foci trascini seco sempre un alzamento dell'alveo superiore del fiume, per quanto sia lungo il suo alveo orizzontale: è però necessario osservare che anche la protrazione della foce è uno di quei fenomeni che devono avere necessariamente un termine. Imperocchè la foce, col prolungarsi in mare, va inoltrandosi verso le parti del mare che sono le più profonde, e quindi le materie vengono depositate a profondità maggiori, dove le lame di fondo non hanno più influenza, e la foce stessa si trova viemaggiormente esposta all'impeto delle burrasche e delle correnti marine, le quali travolgono le dette materie in fondi ancora maggiori e più lontani. Nè ad altra cagione si deve certamente ascrivere il rallentarsi dell'attuale prolungamento del delta del Po.

Dopo tutto ciò desidero poi che non si creda ch' io voglia attribuire tutte le variazioni succedute nei fiumi, e principalmente l'elevazione maggiore, nel senso che si dà comunemente a questa elevazione, delle loro piene al solo disboscamento, che ben altre cause, e certo più potenti vi hanno contribuito, e specialmente qui da noi; ma non vorrei nemmeno che si reputasse sempre e dovunque il disboscamento di effetto trascurabile: che se dalle fatte considerazioni io ho separato qualun-

que altra causa, egli è che io aveva soltanto in mira di esaminare l'effetto del disboscamento isolatamente e generalmente preso, e su questo solo ho voluto concentrar l'attenzione: ho voluto mostrare che se il disboscamento non è tutto, è pure qualche cosa, e cosa in generale non trascurabile. E siccome dalla Memoria del chiarissimo Cav. Brighenti qualcuno avrebbe potuto trarre delle conseguenze contro l'arginamento, così ho colto l'occasione di schiarire ancora questo punto tanto combattuto, e tanto temuto che non dubiterei di chiamarlo lo spettro rosso dell'ordinamento dei fiumi. Naturalmente se un fiume corre disarginato bisogna pensarvi sopra prima di munirlo di argini, ma non bisogna nemmeno temerne quegli effetti disastrosi che si sentono così comunemente recare in campo.

La Brenta fino al 1339 metteva foce a Fusina, solo allora per la così detta *Tajada* venne deviata nella laguna di Malamocco, dalla quale venne di nuovo tolta nel 1360 per ricondurla a Fusina; poi nel 1368 fu ricondotta di nuovo a Malamocco; poi di nuovo a Fusina nel 1437, e non fu definitivamente stabilita a Malamocco che nel 1439; poi nel 1488 in laguna di Chioggia, finalmente nei 1550 a Brondolo. Già nel 1300 essa era arginata, dicendoci Dante

E come i Padovàn lungo la Brenta
Per difender lor ville e lor castelli ecc.
Fanno lo schermo.

eppure i danni per la terra ferma, anche dopo quelle lunghissime e viziose inalveazioni, non si fecero gravissimi che dal 1750 in poi. Io non conosco col voluto dettaglio le condizioni dei fiumi della Francia, non dubito bensì che appunto in Francia si temano gli effetti dell'arginamento assai più di quello che possono ragionevolmente meritare.



SULL'ASSORBIMENTO DEL CALORICO RAGGIANTE OSCURO DAI MEZZI COMPONENTI L'OCCHIO; DI J. JANSSEN.

(*Ann. de Chim. et de Phys.* Settembre 1860).

L'Autore procede in questa ricerca col metodo stesso seguito dal Cima, usando solamente di precauzioni maggiori e istrumenti più delicati come oggi si hanno. I risultati delle sue esperienze sono raccolti nel quadro seguente:

Assorbimento del calorico raggiante emanato da una lampada a moderatore nei mezzi componenti gli occhi.

	BUE	MONTONE	MAJALE
Raggi riflessi alla superficie della cornea.	4,00	4,00	4,00
id. assorbiti dalla cornea . .	59,80	56,90	57,50
id. id. dall'umore acquoso. .	19,20		20,60
id. id. dal cristallino.	6,80	30,70	7,20
id. id. dal vitreo	2,50		1,60
Raggi che arrivano alla retina	7,70	8,40	9,10
Raggi incidenti sull'occhio. .	100,00	100,00	100,00

Da questi dati dell'esperienza l'Autore è partito per costruire la curva che rappresenta geometricamente il fenomeno di cui le ordinate sono le quantità di calore trasmesso e le ascisse, le grossezze dei mezzi. Queste grossezze hanno in media le misure seguenti:

	BUE	MONTONE	MAJALE
Cornea.	0mm,93	0mm,71	0mm,80
Umore acquoso.	4,00	3,31	2,60
Cristallino.	12,00	9,30	7,50
Umore vitreo.	18,50	12,70	10,00
Diametro antero-posteriore interno	35,43	26,02	20,90

La curva che così si ottiene è irregolare; essa si avvicina rapidamente all'asse delle ascisse al quale diviene sensibilmente paralella nell'umore vitreo in prossimità della retina.

Ecco le conclusioni: 1°. Negli animali superiori i mezzi componenti l'occhio che sono di una trasparenza quasi perfetta per la luce, sono dotati della proprietà di assorbire quasi interamente i raggi del calore oscuro. 2°. Questa proprietà è molto importante perchè protegge la retina dall'azione del calore; nelle nostre migliori lampade come quella alla Carcel, l'intensità calorifica è molto grande. 3°. I raggi calorifici si estinguono rapidissimamente nei primi mezzi che traversano nell'occhio. Così per la luce nominata la cornea assorbe i due terzi; e l'umor acqueo assorbe i due terzi del resto. 4°. La termocrosi dei mezzi dell'occhio è dovuta all'acqua che contengono ed è identica a quella di questo liquido.



NUOVA CAGIONE DELLE CORRENTI ELETTRICHE; DI M. QUINCKE.

(*Poggend. Ann.* Maggio 1860).

L'Autore ha scoperto che nell'atto in cui un liquido traversa uno strato di una polvere fina si sviluppano correnti elettriche di una determinata direzione. La polvere è contenuta

fra due strati di un drappo di seta di un tessuto molto fitto, e il liquido traversava lo strato sotto una certa pressione determinata da una colonna di mercurio. L'Autore ha costantemente osservato che lasciando l'apparecchio a sè dopo aver fatto un'esperienza, il primo effetto che si otteneva ricominciando era debole, ma che poi dopo un certo passaggio di liquido, la corrente tornava come prima. Per escludere il dubbio che l'effetto fosse dovuto al passaggio del liquido attraverso la seta fu fatta un'esperienza in cui la spugna di platino che era lo strato poroso era contenuto fra due lamine di platino munite di fori e la corrente al passare dell' acqua distillata fu la stessa di senso e d'intensità che colla seta. Ecco un quadro in cui l'Autore ha inscritte le forze elettro-motrici ottenute nelle sue varie esperienze riferendole alla forza elettro-motrice di un elemento di Daniell preso eguale ad uno.

NATURA DEL DIAFRAGMA	FORZA ELETTRO-MOT.	OSSERVAZIONI
Solfo	9,77	Solfo scaldato sopra 100° reso insolubile e ridotto in polvere finissima.
Sabbia quarzosa.	6,20	Sabbia ordinaria lavata coll'acqua regia e poi coll'acqua distillata.
Gomma lacca . .	3,30	In polvere.
Seta.	1,15	120 strati di stoffa cuciti assieme.
Argilla cotta. . .	0,36	
Asbesto.	0,22	
Pasta di porcell.	0,20	
Avorio	0,031	
Vescica di majale	0,015	

Come si vede la forza elettro-motrice in qualcuna di queste esperienze è grande, perciò quella fatta colla polvere di solfo, che ha una forza quasi decupla di quella della pila di Daniell, dà luogo a effetti elettroscopici intensi.

Il senso della corrente è costante, è quello stesso in cui si muove il liquido. L'acqua distillata è il liquido con cui le esperienze riescono meglio: l'aggiunta dell'alcool aumenta la forza elettro-motrice e gli acidi e i sali la diminuiscono. Evidentemente questa sorgente d'elettricità è da riferirsi allo sviluppo per confricazione ed il caso sembra analogo a quello della macchina di Armstrong.



SULLA PRESENZA DI MATERIE FOSFORATE NELL'ATMOSFERA; DI G. A. BARRAL.

(*Comptes Rendus*, LI. 769).

(Estratto).

Pochi anni indietro l'A. nell'eseguire alcune ricerche analitiche sulle acque pluviatili, aveva constatato nei residui secchi derivanti dall'evaporazione delle medesime, la presenza di quantità sufficientemente apprezzabili di fosfato di calce, onde valutando tutta l'importanza del fatto si diede in seguito a ricerche speciali onde metterlo in piena evidenza. A tal uopo pose ad evaporare 1295 litri d'acqua raccolti con opportune cautele a Parigi, e 391 litri d'acqua raccolti alla campagna in cinque anni successivi, e proceduto in seguito a riconoscere e dosare l'acido fosforico nei residui secchi lasciati dall'evaporazione delle dette acque, ritrovò che la quantità dell'acido fosforico nelle medesime variava da $0^{mgr},05$ a $0^{mgr},09$ per litro d'acqua di pioggia, e che non vi era differenza sensibile nella quantità media d'acido fosforico contenuto nell'acqua di Parigi e in quella della campagna. Al seguito di questi risultati l'A. dice che la ren-

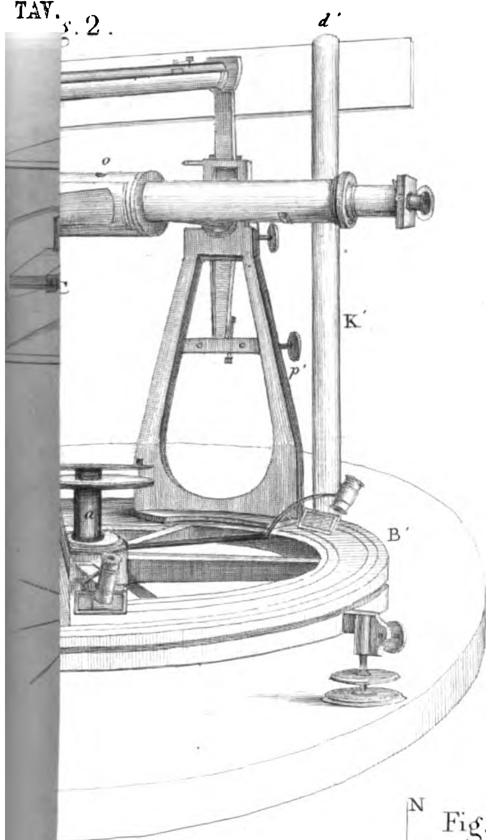
dita annua in acido fosforico che può esser fatta al suolo c
tivabile dalle acque pluviatili si eleva a 400 grammi circa
ettaro; e siccome dalle ricerche di Boussingault sappiamo
un ettolitro di grano toglie alla terra un chilogrammo d'ac
fosforico circa, ne resulterebbe che per ottenere in grani 7
ettolitri per ettaro, vale a dire la raccolta ordinaria delle
re che sono coltivate senza ingrassi, secondo il sistema del
gese, bisognerebbe lasciar riposare i campi quasi venti an
il suolo non contenesse veruna traccia di fosfati. Sicchè l'a
sfera viene a restituire al suolo dei fosfati come le ricerch
chimici moderni hanno dimostrato che essa può restituirgli
l'azoto; peraltro queste restituzioni operate dagli agenti n
rali, come ognuno sa, non possono fornire alle piante ch
elementi strettamente necessarj a una lenta moltiplicazio
si avrebbe perciò, secondo lo ha detto il Boussingault, un
getazione limitata.

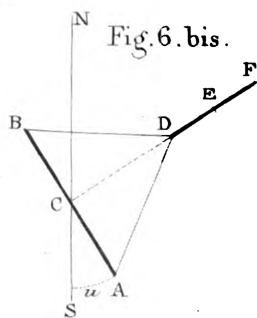
Dichiara poi l'Autore che egli non intende di asserir
il fosforo trovato nell'atmosfera vi esista allo stato d'acid
sforico; gli sembrerebbe probabile che più particolarme
si trovasse allo stato di fosfato di calce, sotto qual for
ha anco trovato nei residui dell'evaporazione delle acqu
viatili; qual fosfato di calce, potrebbe venire colle polve
te dai venti alla corteccia solida del globo, tanto più ch
sfati di calce si rinvengono in molte rocce.

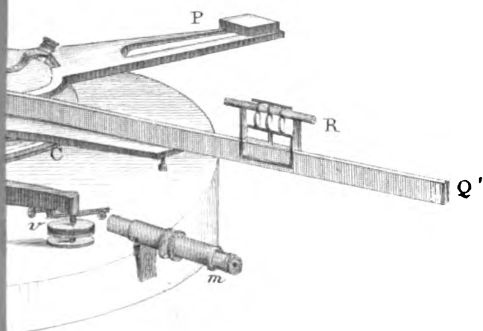
Onde la presenza del fosforo nell'atmosfera compl
leggi che presiedono alla riproduzione degli esseri, rich
dosi che il mezzo che contiene i germi di esseri orga
contenga pure i materiali necessarj al loro sviluppo, co
l'atmosfera coi germi degli organismi inferiori, secondo
to resulta dalle recenti indagini di Pasteur, si trovano
moniaca, i nitrati e i fosfati necessari al loro sviluppo
loro riproduzione, come, secondo queste ultime ricerch
Barral, nell'atmosfera esisterebbe tutto ciò che la scien
riconosciuto necessario per rendere fertile, con del tem
suolo più sterile.

———ooooo-ooooo———

TAV.







G. Della Longa inc.

TAV. II.

Fig. 9.

Fig. 8. bis.

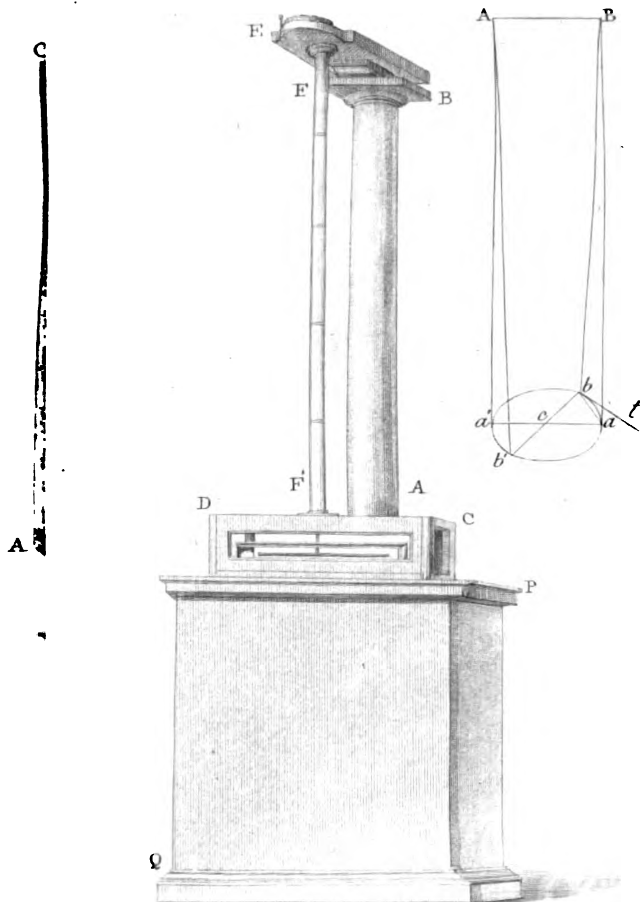
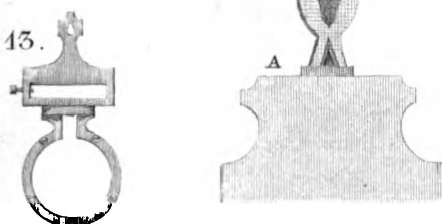
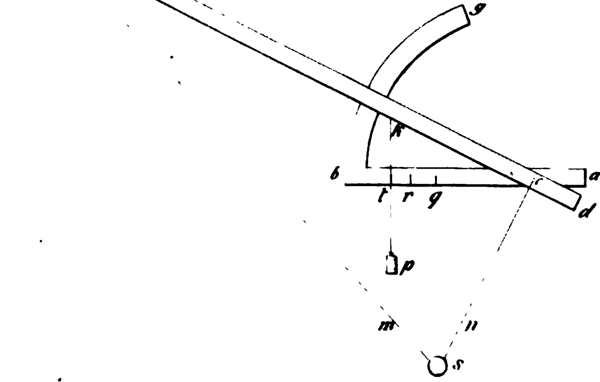


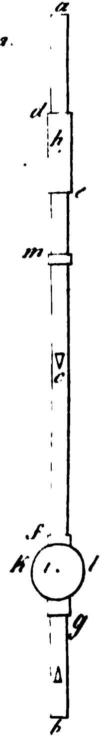
Fig. 11.

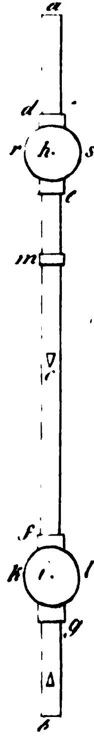


Fig. 13.




Fig. 1.
e
f
g
k
b
a
t
r
q
d
p
m
n
s


Fig. 2.
a
d
h
e
m
c
f
K
i
l
g
b


Fig. 3.
a
d
r
h
s
e
m
c
f
K
i
l
g
b

PATTI D' ASSOCIAZIONE

1° Del Nuovo Cimento si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, corredati di un' indice.

3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

4° Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:

Per la Toscana franco fino al destino. . . . . Lire Italiane 16. 80

Per il Regno delle due Sicilie Ducati 5, pari a . . . . . . » 20. —

Per il Piemonte, il Regno Lombardo-Veneto, lo Stato Pontificio ed i Ducati di Parma e di Modena, franco fino al destino . . . . » 20 —

Per gli altri Stati fuori d'Italia, franco fino al destino . . . » 25 —

5° Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento dovrà farsi per semestri anticipati, cioè una metà a tutto Gennajo, ed un' altra a tutto Luglio di ciascun anno.

9° Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intiera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.

° Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.

8° Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla Direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intiera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prezzo di associazione.

La compilazione del Nuovo Cimento si fa a Torino ed a Pisa nel tempo stesso, dal Prof. R. Piria per la Chimica e le Scienze affini alla Chimica; dal Prof. C. Matteucci per la Fisica e per le Scienze affini alla Fisica. L'amministrazione, la stampa e la spedizione sono affidate alla Tipografia Pieraccini a Pisa. *Giuseppe Frediani* è il Gerente.

Per conseguenza le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti, ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno esser dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente *G. Frediani* — *Tipografia Pieraccini*.

Le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici ed altri stampati riguardanti la Chimica dovranno dirigersi, *franchi di Posta*, a Torino — *Al Prof.* R. Piria.

Finalmente le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici e gli altri stampati di argomento spettante alla Fisica dovranno essere diretti, *franchi di Posta*, a Pisa — *Al Prof.* C. Matteucci.

Le associazioni si ricevono dai seguenti

Torino — G. B. Paravia e Comp.
Firenze — G. P. Vieusseux.
Pietrasanta — Fratelli Bartalini.
Roma — Gio. Francesco Ferrini.
Bologna — Marsigli e Rocchi.
Modena — Carlo Vincenzi.
Reggio di Modena — Stéfano Calderini.
Parma — Giovanni Adorni.
Milano — Gaetano Brigola.
Venezia — Gaetano Brigola
Trieste — Colombo Coen.
Napoli — Giuseppe Dura, Strada di Chiaja N. 10.
Messina — Antonio di Stefano.
Parigi — Mallet-Bachelier, Quai des Augustins, 55.
Vienna — Braumüller.

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

DIRETTORI

C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G. MENEGHINI

COLLABORATORI

S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA
G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI
P. E P. SAVI, Q. SELLA, C. STUDIATI

COLLABORATORE E REVISORE
A. FORTI

Tomo XIII

MARZO E APRILE

(Pubblicato il 10 Maggio 1861)

1861

TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
F. PIERACCINI

INDICE.

MEMORIE ORIGINALI

TRADUZIONI ED ESTRATTI

INFLUENZA DELLA CONTRAZIONE SUL POTERE ELETTRO-MOTORE DEI MUSCOLI; DI C. MATTEUCCI.

(Letta all' Accademia R. delle Scienze di Torino il 3 Marzo 1861).

L' oggetto di questa comunicazione è di far conoscere all' *Accademia* i risultati principali di una serie di ricerche intraprese per determinare quale era l' influenza della contrazione sopra il potere elettro-motore dei muscoli. Noi conosciamo oggi gli effetti chimici che accompagnano la contrazione muscolare e perciò dallo studio intrapreso, poteva venire rischiarata la relazione che si sa esistere fra il potere elettro-motore dei muscoli, e i fenomeni chimici della nutrizione muscolare.

Credo utile di premettere la descrizione del metodo che adopero da qualche tempo nelle ricerche d' elettro-fisiologia e che fa che queste ricerche riescano colla esattezza stessa che si richiede nelle ricerche sperimentali le più rigorose.

In tutti gli studii d' elettro-fisiologia si usava da prima di avere per estremità del galvanometro due lastre di platino immerse nell' acqua pura o in una soluzione di sal marino. È noto come con queste lastre sia impossibile di avere da principio l' ago del galvanometro a zero e non è che dopo molte ore di immersione che si riesce a vedere diminuite le correnti fra le lastre. Però coi galvanometri molto delicati, di 20 a 30 mila giri che si usano in queste ricerche, basterà di agitare una delle lastre nel liquido più dell' altra, di averla più o meno immersa, perchè insorgano di nuovo delle correnti. Appena poi è chiuso il circuito col preparato animale, si manifesta il più grande inconveniente di questo metodo che è lo sviluppo delle polarità secondarie. Per queste polarità l' ago ha appena il tempo di fissarsi e partendo da 70° a 80° si vede l' ago scendere in pochi minuti a 2 o 3° sopra zero. Tutti questi inconvenienti sono scomparsi nel metodo che uso da qualche tempo e che ho ridotto recentemente alla sua maggiore semplicità.

Si hanno perciò due bicchierini di vetro ognuno dei quali

ha un becco largo e molto schiacciato. Ognuno dei bicchierini contiene un amalgama di zinco, ricoperto da uno strato di una soluzione satura e neutra di solfato di zinco. Questo liquido per capillarità si distende sulla superficie del becco, sicchè avvicinando i becchi dei due bicchierini, i loro liquidi vengono in contatto. Le estremità del galvanometro, sono o due lastre di zinco amalgamate riunite al filo di rame del galvanometro e immerse nell'amalgama, oppure due pezzi di filo di rame coperto di gutta-percha che colle loro estremità inferiori amalgamate pescano nell'amalgama dei bicchierini.

Con questa disposizione facendo comunicare i liquidi dei due bicchierini, non si hanno mai fin da principio segni di correnti fra le lastre ed ho durato dei mesi a sperimentare sopra preparati animali senza aver bisogno di rinnovare i liquidi. D'altronde questa rinnovazione è molto facile, bastando di togliere con una pipetta e indi di rinnovare la soluzione di solfato di zinco.

Volendo fare un'esperienza sul potere elettro-motore di una massa muscolare o sopra un pezzo di nervo, la disposizione è semplicissima. Si posa il preparato animale sopra un piano isolante che è di un pezzo di lamina di gutta-percha e si fa in modo che i becchi dei due bicchierini vengano in contatto delle due parti dell'elettro-motore animale che si suppongono rappresentare i suoi due poli.

L'altra parte del metodo che credo importante di descrivere, serve a determinare con sicurezza e a misurare volendo, le differenze del potere elettro-motore fra due preparati animali. Questo metodo, che consiste nell'opposizione dei due preparati che si vogliono paragonare, libera la ricerca dal tener conto della resistenza propria dei due preparati ed ha il grande vantaggio per ricerche che si fanno sopra sostanze così facili ad alterarsi, che il confronto dei due poteri elettro-motori ha luogo nello stesso momento. Sul piano di gutta-percha che ho accennato, si posano in contatto i due preparati animali facendo comunicare assieme i poli dello stesso nome. Toccando allora colle estremità del galvanometro le due estremità del doppio elemento così formato, se vi è differenza nel potere elettro-motore si avrà dal galvanometro il segno di una cor-

rente differenziale nel senso della corrente la più forte. Per citare un esempio, supponiamo di voler sapere se vi è differenza fra il potere elettro-motore di un muscolo e di un pezzo di nervo e di voler misurare questa differenza qualora esista. A questo fine si preparano prontamente sopra un animale vivo, come sarebbe la rana, diversi pezzi di nervo egualmente lunghi e delle mezze cosce. Si trova allora che per far equilibrio al potere elettro-motore del muscolo occorrono da 5 a 6 elementi nervei, ciò che vuol dire che per ottenere che l' ago resti a zero bisogna contrapporre ad un elemento muscolare cinque o sei pezzi di nervo riuniti in pila.

Premessa questa descrizione del metodo col quale, lo ripeto, tutte le esperienze di elettro-fisiologia possono essere ripetute e tentate con esattezza e con rigore e che si riduce ad avere un galvanometro di 20 a 30 mila giri, due bicchierini coll' amalgama di zinco e colla soluzione di solfato di zinco e dei pezzi di lamina di gutta-percha, passerò a descrivere brevissimamente e senza entrare in dettagli di esperienze, i risultati principali che ho ottenuti sull' influenza della contrazione sul potere elettro-motore dei muscoli.

Il primo fatto conosciuto di questo genere è quello che chiamai in origine *contrazione indotta*, cioè la contrazione di un muscolo risvegliata per essere il suo nervo in contatto di un muscolo in contrazione. Du Bois Reymond applicando il galvanometro allo studio di questo fatto riescì a provare che durante la contrazione accadeva per un istante una variazione nella corrente muscolare di cui malgrado molte ricerche non potè determinare rigorosamente il senso. Credo di essere riescito a dimostrare più tardi che quella variazione della corrente muscolare nel semplice atto della contrazione è della stessa natura della scarica dei pesci elettrici e che il senso di quella scarica è, almeno per tutti i casi conosciuti sin qui, contrario al senso della corrente data dal muscolo in riposo. Questi fatti ancora molto oscuri nella loro origine e che potrebbero essere interpretati ricorrendo ad analogie con altri apparecchi fisici conosciuti senza essere obbligati a supporre che la corrente del muscolo in riposo e la scarica del muscolo in contrazione, per essere di segno contrario, hanno un' origine di-

versa, riguardano principalmente ciò che avviene in un muscolo nell'atto stesso della contrazione.

Nelle ricerche che ho istituite e di cui ho l'onore di render conto all'Accademia ho voluto conoscere qual era la variazione permanente che accadeva nel potere elettro-motore di un muscolo, dopo che questo era stato mantenuto per un certo tempo in contrazione.

Il risultato di questa esperienza è netto, costante e facile a verificarsi. Mi limito qui a descrivere le esperienze principali fatte sopra muscoli di rane lasciando da parte i risultati identici ottenuti sopra muscoli di altri animali.

Si prendono sopra una rana i due gastrocnemi o si preparano due mezze cosce. I due elementi muscolari della stessa natura si contrappongono e si chiude il circuito del galvanometro. L'ago resta a zero e se vi è una deviazione che è piccola ed ora in un senso ora nell'altro, non tarda a scomparire. Quando si è giunti a questo punto si scompone la doppia pila e si fa, o col passaggio ripetuto di una corrente o colle scariche successive di una piccola bottiglia, contrarre uno dei muscoli, cioè o un gastrocnemio o una mezza coscia. Ciò fatto si rimettono in opposizione i due elementi muscolari e chiudendo il circuito si vede allora insorgere una forte corrente differenziale, che è di 70 a 80° nel caso che descriviamo, e che indica che il potere elettro-motore del muscolo che è stato in contrazione non è più che un terzo o un quarto circa del potere elettro-motore del muscolo lasciato in riposo.

Questa differenza dura per i muscoli delle rane per molte ore, ma va diminuendo: per i muscoli degli animali superiori la diminuzione persiste e il potere elettro-motore del muscolo non guadagna più col riposo.

Quest'effetto della contrazione è così grande che anche partendo da due muscoli, uno più forte dell'altro quanto al potere elettro-motore, si riesce facilmente a renderlo più debole colla contrazione. Usando dei muscoli interi come il gastrocnemio, il riposo rende più facile una certa restituzione del potere elettro-motore.

Usando dei muscoli interi si può produrre la contrazione senza far passare la corrente elettrica per i muscoli cioè irritando i nervi cogli stimoli ordinarii. Il risultato è identico.

Per escludere ogni dubbio sul modo di agire della corrente sui muscoli in queste esperienze, esse furono ripetute egualmente sopra muscoli di rane uccise da molto tempo o sopra muscoli di animali superiori, sicchè il passaggio della corrente non produceva più contrazione. In tutti questi casi non si ottenevano più gli effetti descritti.

È dunque dimostrato da esperienze rigorose che il potere elettro-motore dei muscoli diminuisce permanentemente per effetto di una contrazione sostenuta e che col riposo successivo e pei *muscoli* di cui l'eccitabilità dura lungamente, il potere elettro-motore ripiglia senza però mai tornare al grado primitivo.

Questo fenomeno spiega naturalmente le differenze che s'incontrano nel potere elettro-motore di masse muscolari eguali prese sugli stessi animali, ma che durante la preparazione hanno subito delle contrazioni più o meno forti.

La diminuzione del potere elettro-motore dei muscoli in seguito alla contrazione è una nuova prova e direi quasi la prova diretta, che la cagione del potere elettro-motore dei muscoli consiste nelle azioni chimiche che costituiscono il processo nutritivo dei muscoli.



NOTA SULLA FORMAZIONE PROBABILE DELLA MOLTITUDINE DEGLI ASTEROIDI, CHE TRA MARTE E GIOVE CIRCOLANO INTORNO AL SOLE; DI GIOVANNI PLANA.

(*Presentata il 2 Marzo 1856 all'Accademia delle scienze di Torino.*)

Traduzione.

Il numero di questi asteroidi, tutti scoperti dal principio del 19° secolo, era di 37 al 1° di Gennajo di questo medesimo anno. Pochi giorni dopo (il 12) è stato trovato il 38mo: e

l'esistenza del 39mo è stata resa manifesta l'8 Febbrajo prossimo passato. Il duplice fatto della loro moltitudine e della loro circolazione nel medesimo senso attorno al Sole è ora troppo imponente per ammettere sulla loro origine e formazione una spiegazione differente da quella che è stata sviluppata da Laplace sul suo *Sistema del Mondo*. È dunque necessario di richiamarla all'attenzione dei filosofi che si dilettano di contemplare il legame che esiste in natura tra le cause e i loro effetti.

Questa spiegazione, riferita presso a poco con le parole dell'Autore, consiste nel riguardare tutti questi piccoli pianeti come altrettante particelle di uno o più anelli che eransi dapprima formati circolando intorno al Sole, e che mediante le irregolarità avvenute, sia nelle loro parti, sia nel loro raffreddamento, hanno dovuto perdere la forma annulare rompendosi in parecchie masse, le quali mosse con velocità pochissimo differenti, hanno continuato a circolare alla medesima distanza intorno al Sole.

Questa ipotesi di Laplace è stata pubblicata avanti l'anno 1813 ed è stata riprodotta da lui medesimo nel 1824 e 1825, cioè due anni avanti la sua morte. In quell'epoca non conoscevasi l'esistenza che solo di quattro di questi asteroidi, *Cerere*, *Pallade*, *Giunone* e *Vesta* scoperti dal 1801 al 1808. Le loro distanze rispettive dal pianeta Marte, sono

1,2428 ; 1,2457 ; 1,14491 ; 0,83693

prendendo per unità la distanza media della Terra dal Sole: e gli elementi delle loro orbite contengono certi caratteri che hanno suggerito a Olbers la idea di doverli riguardare come quattro frammenti di un solo e medesimo pianeta, il quale si sarebbe rotto mediante una forte esplosione avvenuta nella sua propria massa. Ma questa ipotesi è ora priva di ogni fondamento. Si può citarla come una di quelle che verificano l'antica massima « *Opinionum commenta delet dies* ». I 35 asteroidi scoperti dal 1845 sino a questi ultimi giorni, avrebbero senza dubbio corroborate le idee di Laplace, e quella specie di esitazione con la quale egli ha ravvicinata la sua ipotesi a quella di Olbers, non avrebbe avuto neppure accesso nella sua vivacissima imma-

ginazione. Alla vista di questi 39 asteroidi, Laplace avrebbe invece affermato con grande sicurezza che le sue meditazioni appoggiate sulle meditazioni e le osservazioni di W. Herschel, rivelano all'uomo la esistenza di una causa che ha preceduto lo stato attuale del nostro sistema Solare. È lecito, senza più indugiare, di fissare il pensiero su questo grande e stupendo fenomeno che spiega la formazione di tutti i pianeti.

I corpi opachi sono stati formati ai limiti successivi dell'atmosfera del Sole dalla condensazione di zone di vapori abbandonati nell'atto del loro raffreddamento. Le molecole così abbandonate hanno continuato a circolare intorno al Sole, poichè la loro forza centrifuga era controbilanciata dal loro peso. Ma questa eguaglianza non verificandosi nelle molecole situate sui paralleli all'equatore Solare, si sono dovute avvicinare alla sua atmosfera mercè il loro peso a misura che questa si condensava e non dovevano cessare di appartenerle che sol quando in virtù di questo movimento si fossero avvicinate all'equatore medesimo. Ammessa questa prima percezione, Laplace continua dicendo: siffatte zone di vapori successivamente abbandonate, hanno dovuto verosimilmente formare con la loro condensazione e l'attrazione mutua delle loro molecole, diversi anelli concentrici circolanti intorno al Sole. La confricazione reciproca delle molecole di ciascun anello ha dovuto accelerare le une e ritardare le altre sino a tanto che esse hanno preso un medesimo movimento angolare e tale che le velocità reali delle molecole più lontane dal centro dell'astro sono state più grandi. E questa differenza si è stabilita in conformità del principio generale di Dinamica conosciuto sotto il nome di *Legge delle aree*. Si ha una prova di ciò, considerando che la velocità angolare di ruotazione del Sole e dei pianeti essendosi accelerata per la condensazione successiva delle parti superficiali delle loro atmosfere, essa deve sorpassare la velocità angolare di ruotazione dei corpi più vicini che circolano intorno ad essi. È questo infatti ciò che l'osservazione conferma riguardo ai pianeti ed ai loro satelliti ed anche riguardo all'anello di Saturno, la rivoluzione intiera del quale dura $0^g,438$, nel mentre che la durata della ruotazione di Saturno è di $0^g,427$.

Se tutte le molecole di un anello di vapore continuassero a

condensarsi senza disunirsi, esse formerebbero a lungo andare una massa liquida o solida. Ma la regolarità che questa formazione richiede sia nelle parti dell'anello, sia nel loro raffreddamento ha dovuto rendere il fenomeno non solo assai raro, ma anche impossibile intorno al Sole, quantunque sia stato possibile intorno a Saturno e forse anche intorno ad altri pianeti più lontani. Quasi sempre ciascun anello di vapore si è dovuto infrangere in parecchie masse, le quali hanno continuato a muoversi nel medesimo senso della ruotazione del Sole attorno sè stesso. Queste masse, le cui distanze da Marte sono comprese tra 62 e 163 centesimi della distanza della Terra dal Sole, sono appunto quelle dei pianeti o asteroidi resi chiaramente visibili dalla forza dei telescopii moderni.

Tale è, secondo Laplace, la origine e la formazione degli asteroidi, i quali, vapori dapprima, hanno acquistato col raffreddamento un nocciolo che si è accresciuto a misura che si condensava l'atmosfera che lo circondava. È facile concepire come da questo stato essi sieno passati a quello di pianeta. Ma non basta; si può anche concepire che il raffreddamento abbia potuto produrre ai varii limiti dell'atmosfera circondante un pianeta, degli anelli simili a quelli che la medesima causa ha prodotti intorno al Sole; di qui la formazione dei satelliti e degli anelli circolanti nel senso del suo movimento di ruotazione e ruotanti altresì intorno sè stessi nel medesimo senso. Laplace ne ha tratto con molto accorgimento la conseguenza che la distribuzione regolare della massa degli anelli di Saturno è una delle prove sempre sussistenti dell'estensione primitiva dell'atmosfera di Saturno e delle sottrazioni successive ch' essa ha subite.

Qualunque poi sia la complicazione degli effetti, la ipotesi di una sola causa da cui dipenderebbe la formazione di tutti i pianeti, è degna della semplicità della natura. I cangiamenti sopravvenuti a ciascun pianeta dopo la sua formazione, come sarebbero lo sviluppo o l' assenza di ogni atmosfera intorno la sua superficie; il sollevamento dei continenti al disopra dell Oceano e le rivoluzioni alternative che lo strato esterno del globo ha subìte, sono fenomeni che richiedono per essere spiegati considerazioni differentissime. Sarà d' uopo associare alla ipotesi di Laplace, il fatto oramai incontestabile del movimento di trasla-

zione nello spazio del sistema solare, e il fatto assai probabile della ineguaglianza nelle temperature di questo spazio. Verrà il giorno in cui questi grandi fenomeni si potranno spiegare in modo plausibile. Il fatto dell' aumento di temperatura che si riscontra scandagliando le profondità della terra secondo una medesima verticale, è stato sottoposto ad un' ammirabile analisi.

Non possiamo dubitare dei progressi che saranno per fare le scienze, dacchè vedemmo un grande geometra e sommo filosofo, come era Laplace, pubblicare nel 1813 che « i fenomeni « della doppia refrazione e dell' aberrazione delle stelle gli sem- « bravano dare al sistema dell' emissione della luce, se non una « intiera certezza, almeno una estrema probabilità », nel mentre che a' giorni nostri vediamo il medesimo sistema dell' emissione rovesciato da esperienze incontrastabili ed essere sostituito da quello delle ondulazioni di *un mezzo etereo*, col quale Laplace, credeva inesplicabile nel 1813 la doppia rifrazione e l' aberrazione delle stelle (1). È un fatto degno di essere notato la soppressione di questo paragrafo nella 5ª. edizione pubblicata nel 1824. Allora Laplace, scosso dalle scoperte di Tommaso Young, di Arago e di Fresnel, avrà sentito che la sua opinione non era più sostenibile, e penetrato in quell' epoca dalla dimostrazione sperimentale data da Fresnel dell' inflessione della luce nell' interno dell' ombra, projettata dietro un corpo assolutamente opaco, Laplace avrà riconosciuto che era impossibile di rifiutare la conclusione enunciata da Fresnel con le seguenti inaspettate parole « . . . . così Newton si è ingannato supponendo che dietro « i corpi opachi veruna luce si spanda, e la obbiezione che « egli ne traeva contro la teorica delle ondulazioni riposava so- « pra una ipotesi inesatta ».

Contuttociò, limitandoci alla sola formazione dei pianeti, il calcolo delle probabilità concorre a rinforzare la ipotesi, secondo la quale essi sono porzioni dell' atmosfera solare da essa successivamente abbandonate concentrandosi verso quest' astro. Questo calcolo è di grande soccorso per valutare le cause costanti che esistono incognite e confuse con le cause accidentali, ogni qualvolta si possano moltiplicare le osservazioni. Per esso

(1) Vedi pag. 327 della quarta edizione del *Sistema del Mondo*.

e con la scorta degli avvenimenti osservati, si può trarre la probabilità di cause e di eventi futuri.

Con questo concetto s' intende come il calcolo delle probabilità dovesse piacere a *Napoleone il grande*, al quale Laplace dedicò nel 1812 la prima edizione della sua Opera. La posterità leggerà con diletto una lettera datata il 12 Agosto 1812 da Witepsk, che Napoleone medesimo gli scriveva nel momento in cui riceveva il suo *Trattato del calcolo delle probabilità*. Ecco questa lettera memorabile: « In altro tempo io avrei « letto con interesse il vostro Trattato del calcolo delle proba- « bilità. Oggi io mi devo limitare a testificarvi la soddisfazione « che sento tutte le volte che voi pubblicate nuove Opere, le « quali perfezionano ed estendono la principale tra le scienze « e contribuiscono al lustro della Nazione. L' avanzamento e « il perfezionamento delle matematiche sono collegate con la « prosperità dello Stato ».

Si potrebbe supporre che una mente così giusta avesse dovuto indovinare come per istinto gli avvenimenti posteriori al 1812; ma tale opinione può essere indebolita da questa riflessione: che cioè la influenza dei dati cogniti a Lui soltanto, poteva allora essere valutata in un modo differentissimo da quello in cui l' avrebbe valutata il semplice buon senso.



NOTA SULLA CONFIGURAZIONE ORIGINARIA DEGLI ANELLI, LA CUI MATERIA ESISTE ATTUALMENTE NELLO SPAZIO, TRASFORMATA IN VARII PIANETI CIRCOLANTI ATTORNO AL SOLE TRA MARTE E GIOVE; DI GIOVANNI PLANA.

(*Comunicata all'Accademia delle Scienze di Torino, il 17 Marzo 1861*).

Traduzione.

Io mi propongo di aggiungere oggi alla Nota che ho presentata nel 1856 all' Accademia il 2 del mese di Marzo, la dichiarazione di una ipotesi probabile intorno la configurazione stessa degli anelli, i quali per la loro rottura in parecchi pezzi,

si sono trasformati in altrettanti pianeti, la cui esistenza è dimostrata dagli astronomi dal principio di questo secolo a intervalli di tempo più o meno lunghi, i quali ora sono raccorciati mediante l'efficace soccorso delle carte celesti simili alle prime carte di questo genere costruite da Olbers e Harding, talmentechè 25 di questi asteroidi sono stati scoperti nel corso dei cinque ultimi anni, cioè dal mese di Febbrajo 1856 al mese di Marzo del 1861. . . . .

Nel 1856 il numero conosciuto di questi pianeti era 39; nel principio di questo anno era di 62 e ora è di 64. Esaminando le distanze medie dal Sole e le inclinazioni all'eclittica delle orbite di questi pianeti, io li ho distribuiti in cinque gruppi nel modo seguente, astrazione fatta dai due ultimi, i quali esigono forse delle osservazioni ulteriori per meglio determinare gli elementi delle loro orbite elittiche.

Ecco questi cinque gruppi, in cui io rappresento con a la distanza media dal Sole e con θ la inclinazione dell'orbita per rapporto al piano dell'eclittica.

PRIMO GRUPPO

	Valori di a	*Valori di θ*
1	3, 157	15°. 8'
2	3, 156	26 . 25
3	3, 151	3 . 47
4	3, 141	0 . 49
5	3, 116	2 . 12
6	3, 104	6 . 30
7	3, 100	7 . 24
8	3, 086	3 . 8
9	2, 974	18 . 7
10	2, 923	3 . 4
11	2, 909	13 . 45
12	2, 896	8 . 23
13	2, 883	5 . 0
14	2, 864	1 . 57
Somma	42, 460	115°. 39'

Val. med. di a $\frac{42,460}{14}$=3,044; | Val. med. di θ $\frac{115°.39'}{14}$=8° 16'.

SECONDO GRUPPO

	Valori di a	*Valori di θ*
1	2, 775	9°. 22′
2	2, 770	10 . 21
3	2, 769	34 . 42
4	2, 766	10 . 36
5	2, 760	7 . 13
6	2, 750	18 . 42
7	2, 740	6 . 58
8	2, 721	6 . 35
9	2, 707	11 . 47
10	2, 688	5 . 26
11	2, 680	5 . 15
Somma	30, 127	126°. 57′

Val. med. di a $\frac{30,127}{11}$=2,739; | Val. med. di θ $\frac{126°.57'}{11}$ = 11°. 32′.

TERZO GRUPPO

	Valori di a	*Valori di θ*
1	2, 668	13°. 3′
2	2, 656	5 . 1
3	2, 651	2 . 48
4	2, 652	12 . 44
5	2, 642	3 . 7
6	2, 626	10 . 14
7	2, 613	5 . 4
8	2, 605	6 . 36
9	2, 587	5 . 29
10	2, 585	9 . 7
11	2, 583	7 . 57
12	2,5774	5 . 19
13	2,5769	16 . 32
Somma	34, 022	103°. 1′

Val. med. di a $\frac{34,022}{13}$=2,616; | Val. med. di θ $\frac{103°. 1'}{13}$ = 7°. 56

QUARTO GRUPPO

	Valori di a	*Valori di θ*
1	2, 555	6°. 8′
2	2, 530	2 . 18
3	2, 490	16 . 0
4	2, 472	5 . 35
5	2, 451	4 . 37
6	2, 441	1 . 32
7	2, 435	3 . 5
8	2,4253	14 . 46
9	2,4242	3 . 42
10	2, 412	8 . 35
11	2, 409	0 . 41
12	2, 405	3 . 33
13	2, 401	21 . 36
Somma	31,850	110°. 36

Val. medio di a $\frac{31,850}{13}$=2,450; | Val. med. di $\theta \frac{110°.36'}{13}$=8°.30′.

QUINTO GRUPPO

	Valori di a	*Valori di θ*
1	2, 387	5°. 36′
2	2, 385	5 . 28
3	2, 366	9 . 57
4	2, 365	2 . 6
5	2, 360	7 . 8
6	2, 347	8 . 23
7	2, 333	8 . 23
8	2, 296	10 . 9
9	2, 267	4 . 16
10	2, 204	3 . 38
11	2, 202	5 . 53
Somma	25, 512	64°. 9′

Val. med. di a $\frac{25,512}{11}$= 2,319; | Val. med. di $\theta \frac{64°.\ 9'}{11}$=5°. 50′.

Designando con $a_{(1)}$, $a_{(2)}$, $a_{(3)}$, $a_{(4)}$, $a_{(5)}$, le cinque distanze medie di questi gruppi dal centro del Sole, e con $\theta_{(1)}$, $\theta_{(2)}$, $\theta_{(3)}$, $\theta_{(4)}$, $\theta_{(5)}$, le cinque inclinazioni medie corrispondenti delle loro orbite, noi abbiamo:

$a_{(1)} =$	3, 044	$\theta_{(1)} =$	8°. 16′
$a_{(2)} =$	2, 739	$\theta_{(2)} =$	11 . 32
$a_{(3)} =$	2, 616	$\theta_{(3)} =$	7 . 56
$a_{(4)} =$	2, 450	$\theta_{(4)} =$	8 . 30
$a_{(5)} =$	2, 319	$\theta_{(5)} =$	5 . 50
Media	2, 634	Media	8°. 25′.

Ciò posto se si osserva che chiamando ϕ la inclinazione media dell'equatore solare all'eclittica, si ha $\phi = 7°, 9'$, si riconoscerà che le inclinazioni medie dei *cinque* gruppi sono prossime alla inclinazione dell'equatore Solare. Le anomalie che presentano a questo proposito le orbite di *Pallade* (2), *Eufrosina* (61), *Focea* (24), *Atalanta* (36), pei quali si ha rispettivamente: $\theta = 34,42$; $\theta = 26,25$; $\theta = 21,30$; $\theta = 18,42$, bisognerà spiegarle immaginando, con Laplace, che que' frantumi hanno preso grandi inclinazioni mediante le circostanze iniziali che ebbero luogo nell'atto della rottura degli anelli, primitivamente disposti allo stato di materia continua circolante presso a poco alle medesime distanze intorno al Sole. Se questa disposizione originaria dei cinque anelli, a cui si può riferire la materia dei pianeti dei quali ho dato le distanze dal Sole, non è inverisimile, si concepisce che le ipotesi ammissibili per calcolarne le orbite relativamente alle loro distanze dal Sole sono i numeri compresi tra 2,1 e 3,1: essendosi rappresentata con l'unità la distanza media della Terra dal Sole. Ciò fornisce una prima approssimazione delle orbite mediante le prime osservazioni che hanno constatato il loro movimento con abbastanza certezza per dare esclusione ad una stella propriamente detta.

Gl'intervalli, che originariamente, separavano questi anelli, non hanno nulla d'incompatibile con le idee emesse da Laplace. I 64 pianeti telescopici conosciuti al giorno d'oggi, ci autorizzano a credere che una causa primitiva ha diretti i movimenti di tutti i pianeti. Questa causa consiste nello stato ante-

riore del Sole, circondato da un' atmosfera estesa per la forza di un calore eccessivo al di là delle orbite di tutti i pianeti, e ristretta successivamente nei limiti che essa ha attualmente. È soltanto nella transizione di *nebulosa* in quella di stella che possiamo concepire la sorprendente metamorfosi che si è effettuata in migliaja di secoli, conservando solamente qualche traccia incancellabile del movimento rotatorio inerente alla massa, la quale al progredire della sua condensazione si è costituita in conformità dei fenomeni che presenta l' esame dell' insieme del sistema solare.

A seconda di quanto ho detto nella mia prima Nota, queste masse opache costituenti i pianeti, sono state formate ai limiti successivi dell' atmosfera solare; esse non potevano formarsi nel suo interno, se si riflette che la sua resistenza le avrebbe fatte cadere sulla superficie del Sole. Esse hanno dovuto prendere una forma sferoidica con un movimento di ruotazione, diretto nel senso del movimento di rivoluzione, se si fa attenzione che le loro molecole inferiori avevano meno velocità reale delle superiori. È questa una conseguenza della *legge delle aree*: principio generale di Dinamica che in un tal movimento non poteva mancare di manifestare i suoi effetti.

Lo sviluppo dei rapporti costanti che gli avvenimenti presentano a seconda ch' essi si moltiplicano, offre prova della verità, o della falsità delle ipotesi fatte per risalire agli avvenimenti passati, che hanno concorso alla formazione di tutto lo stato attuale, che gli uomini viventi osservano per poi trasmetterlo alla posterità.

A misura che si scuopre un più gran numero di questi asteroidi si acquista più certezza sulla verità della ipotesi relativa alla loro origine ed alla loro formazione mediante la rottura delle masse annulari. Se varie cause perturbatrici, estranee alla ipotesi, hanno influito alla loro formazione, esse devono in un gran numero intravvedersi per l' opposizione probabile delle loro forze, e con ciò metterci in istato di afferrare i punti principali della verità paragonando e discutendo i risultati medj.

È duopo stare bene attenti alle indicazioni della natura, allorchè esse risultano da un gran numero di osservazioni. Se queste indicazioni non sono dapprima spiegabili colle cognizioni

acquistate, si conserva almeno la speranza ch' esse si potranno un giorno fare rientrare nella sfera dei fenomeni risultanti dall' effetto di una causa incontestabile. È per tal modo che Kepler ammettendo una tendenza delle acque del mare verso la Luna, ha preparato la grande scoperta del fortunato Newton; è pure così che è stato convertito in certezza il concetto verosimile di Kepler tratto dall' opera di Gilbert sulla calamita.

In generale sarebbe poco filosofico di negare i fenomeni soltanto per vederli inesplicabili nello stato attuale delle nostre cognizioni. Invece di negarli, è d' uopo esaminarne i dettagli con moltissima cura; noi ne abbiamo un esempio nei fenomeni singolari che risultano dalla estrema sensibilità del sistema nervoso degli animali. Questi fenomeni hanno dapprima generate delle opinioni assai differenti sulle cause della loro manifestazione; ma infine per un crescente progresso si è saputo distinguere ciò che vi ha di vero nei fenomeni dell' elettricità dinamica e della elettricità animale.

Tutti i fenomeni astronomici si sono compiuti ubbidendo alla legge elementare della gravitazione universale, di molecola a molecola; legge che s' identifica pei corpi sferici omogenei, ovvero composti di strati sferici omogenei. Tra le conseguenze a cui essa adduce, si deve collocare il movimento lento e secolare degli afelii dei pianeti supposti sferici, in virtù della loro azione reciproca. Di faccia a questa verità, oggi ben conosciuta, si resta sorpresi di vedere fallire la intelligenza sorprendente di Newton, che appoggiava la prova della legge del decrescimento della gravità *sulla immobilità degli afelii dei pianeti*. In fatti verso la fine della sua immortale opera dei *Principj* vi è questo periodo: « Gravitas in Solem componitur ex gravitatibus in singulas Solis particulas, et recedendo a Sole decrescit accurate in duplicata ratione distantiarum ad usque orbem Saturni; *ut ex quiete apheliorum manifestum est, et ad usque ultima Cometarum aphelia, si modo aphelia quiescant* ».

Essa attesta l' immenso intervallo che i successori di Newton hanno dovuto sormontare per demolire quest' asserzione e dimostrare che il movimento secolare e non la stabilità degli afelii era necessario pel mantenimento di stabilità del sistema del Mon-

do. Per potere valutare sino a qual punto fosse inammissibile il *postulato* di Newton sulla immobilità degli afelii, ecco il risultato del loro movimento secolare e siderale. Per

Mercurio	+	643"
Venere.	—	268
Terra	+	1178
Marte	+	1582
Giove	+	664
Saturno	+	1943.

La determinazione di questi numeri colla legge della gravitazione universale era superiore alla Dinamica e al Calcolo integrale conosciuto da Newton. Eulero in una sua Memoria del 1756, diceva: « Evolutio hujus quaestionis tot, tantisque difficultatibus est involuta, ut si in genere spectetur, vires ingenii « humani longe superare videtur ».

Stando ad una recente Memoria del sig. Faye (4 Marzo 1861), l'attrazione Newtoniana non è sufficiente per spiegare tutti i movimenti dei corpi celesti. Bisognerebbe inoltre ammettere, secondo lui, una forza ripulsiva esercitata dalla superficie incandescente del Sole e dipendente dalla sua elevata temperatura. Il signor Faye, ne ha una prova manifesta nei risultati ottenuti ultimamente da un dotto svedese, il signor Axel Moeller, nel calcolo delle perturbazioni della cometa periodica di 2718 giorni dall'anno 1843 sino alla sua apparizione nell'anno 1858. A me sembra che questo calcolo sia stato eseguito con formule analoghe a quelle date da Laplace verso la fine del quarto volume della *Meccanica Celeste*, ove sono esposte delle formule relative alla ipotesi della impulsione della luce solare.

Queste formule, convenientemente modificate possono essere applicate alla ipotesi della forza ripulsiva quale è stata definita dal sig. Faye, avendo però riguardo alla differenza che passa tra la direzione della forza attrattiva e quella della forza ripulsiva emanate dal medesimo punto, dovuta alla differenza finita della loro propagazione. Ma sarebbe troppo lungo ed anche fuori di luogo in questa Nota di accingersi a discutere questa ipotesi. È forse questo il caso di applicare la massima « *Dies naturae*

judicia confirmat » e di rileggere (dietro le Memorie di Bessel e di Encke su questo argomento) con più attenzione la Memoria di Bossut dell'anno 1762, avente per epigrafe « Qua vi per faciles volvantur sidera coelos » ; finalmente di esaminare se modificando il suo modo di vedere gli effetti simili a quelli di un mezzo resistente, si possa trarre partito dalle sue formule.



RICERCHE SULLA TEMPERATURA DELL'ACQUA ALLO STATO SFEROIDALE; FATTE DA S. DE LUCA.

Il 23 Luglio del decorso anno 1860 furono comunicate all'Accademia delle Scienze di Parigi le mie ricerche sulla temperatura dell'acqua allo stato sferoidale, le quali vennero prima inserite in questo stesso Giornale con maggiore sviluppo. Era noto allora che diversi Autori, in via sperimentale, aveano assegnato all'acqua, allo stato sferoidale, temperature differenti comprese ne' limiti di 38 centigradi per la più bassa, e di 101 per la più elevata.

Era anche allora ritenuto che la soluzione azzurra di ioduro di amido poteva scolorarsi compiutamente alla temperatura di 80 centigradi; anzi io aveva osservato che una tale decolorazione comincia a manifestarsi, in modo molto sensibile, verso i 50 gradi.

Il liquido azzurro, di ioduro d'amido, quando si fa passare allo stato sferoidale, non si decolora: la temperatura quindi dello sferoide acquoso non può trovarsi ad 80 gradi ed anzi dev' essere al disotto di 50, poichè la colorazione dello sferoide è molto più intensa di quella che presenta la soluzione di ioduro di amido riscaldata solamente a 50 gradi.

Non mancai in quella mia comunicazione, di fare osservare che l'esperienza, per la quale la soluzione di ioduro di amido

si mantiene colorata quando si fa passare allo stato sferoidale, poteva eseguirsi in diversi modi, ma che riusciva sempre quando si faceva prima passare allo stato sferoidale una soluzione di ioduro di potassio al millesimo, e vi si aggiungeva poi, per mezzo di due pipette effilate, l'acqua di cloro o di bromo e la soluzione di amido.

Dopo la suddetta mia comunicazione il sig. Sudre ha determinato, sperimentalmente, che un grammo di acqua allo stato sferoidale abbandona da 97 a 97,4 unità di calore per arrivare alla *temperatura* di 0°. Conchiude quindi che, ammettendo i risultati delle mie sperienze, l'acqua allo stato sferoidale dovrebbe avere un calorico specifico due volte più elevato di quello che ha nelle condizioni ordinarie.

In seguito il sig. Boutigny fece osservare che quando l'ioduro di amido contiene $\frac{1}{100}$ di iodio, lo si può riscaldare fino all'ebbollizione senza scolorarsi, e che da tale sperienza non si può *nulla* conchiudere relativamente alla temperatura dell'acqua allo stato sferoidale. Egli fa dipendere la persistenza della colorazione dell'ioduro d'amido allo stato sferoidale, dalla eccessiva quantità di iodo e dalla durata dell'esperienza.

Io debbo supporre che il sig. Boutigny non si prese la pena di ripetere la mia esperienza citata di sopra e pubblicata; se l'avesse ripetuta, avrebbe certamente spiegato altrimenti il fenomeno della colorazione dell'ioduro d'amido allo stato sferoidale.

Nelle mie sperienze io ho fatto uso di liquidi contenenti una quantità d'iodio molto inferiore ad $\frac{1}{1000}$. Infatti la soluzione di ioduro di potassio è stata da me preparata con un grammo di ioduro ed un litro di acqua distillata: 1 centimetro cubo di questa soluzione contiene quindi 1 milligrammo di ioduro di potassio: 50 centimetri cubici della medesima soluzione mi hanno fornito $0^{gr},076$ di ioduro d'argento.

La soluzione di bromo è stata preparata disciogliendo nell'acqua distillata bollita del bromo pesato precedentemente in un'ampolla di vetro effilata e chiusa a'due estremi: per ogni milligrammo di bromo si sono impiegati due grammi di acqua: 50^{cc}. di questa soluzione, trattata coll'acido solforoso e col nitrato di argento, mi hanno fornito $0^{gr},058$ di bromuro d'argento.

Infine 50^{cc}. di soluzione d'amido, recentemente preparata

e filtrata hanno lasciato, per mezzo dell'evaporazione a bagno maria, un residuo secco di $0^{gr},040$.

Inoltre è d'avvertire che un centimetro cubo di ciascuna delle tre soluzioni indicate, per mezzo di pipette effilate, si divide in 24 gocce; quindi una sola goccia contiene la 24ma. parte dell'ioduro di potassio, del bromo, o dell'amido, contenuti in un centimetro cubo di dette soluzioni.

Lo sferoide di ioduro d'amido si può ottenere colorato, facendo passare successivamente allo stato sferoidale, in una cassula di platino riscaldata al rosso, una sola goccia di ciascuna delle dette soluzioni, cominciando da quella di ioduro di potassio.

Per mostrare che lo sferoide colorato di ioduro d'amido non si trovi a 96°,5 basta ripetere la seguente sperienza:

Si tenga immerso e verticalmente, in un bagno-maria riscaldato esattamente a 96,5, un tubo di vetro chiuso da una parte; si faccia cadere nel fondo di esso, per mezzo della solita pipetta, una goccia della menzionata soluzione di ioduro di potassio, e quindi con un'altra pipetta anche una goccia di soluzione di bromo, ed infine, con una terza pipetta, una goccia di soluzione di amido. Operando in tal modo e guardando nell'interno del tubo, non si osserva la minima colorazione al momento del contatto de' tre liquidi. Ritirando il tubo dal bagno maria e raffreddandolo tra le mani, la colorazione azzurra si manifesta senza la minima difficoltà. Facendo la medesima sperienza alla temperatura di 96 gradi ed a quelle di 95, 94, 93, 92 e 90, non si vede la minima colorazione in fondo al tubo; ma raffreddando questo in contatto dell'aria, la colorazione si manifesta dopo pochi secondi. Ad una temperatura inferiore a 90 gradi la colorazione azzurra si manifesta per un istante nell'atto del primo contatto de' liquidi, ma svanisce tosto, e la soluzione rimane scolorata, ma essa riprende il colore quando si raffredda il tubo in contatto dell'aria.

Questa colorazione passeggiera si spiega facilmente; infatti le due prime goccie delle soluzioni di ioduro di potassio e di bromo versate in fondo al tubo si trovano alla temperatura del bagno maria; ma esse si raffreddano al disotto di 80 gradi nel primo momento del loro contatto colla soluzione di amido che ha solamente la temperatura dell'atmosfera. Da questo momen-

taneo abbassamento di temperatura deriva la momentanea colorazione dell' ioduro d' amido; ma tale colorazione non persiste poichè il liquido prende la temperatura del bagno.

Al contrario facendo passare allo stato sferoidale le tre soluzioni indicate, e nella medesima proporzione la colorazione dell' ioduro di amido si mantiene per uno spazio di tempo compreso tra' 15 e 50 minuti secondi.

Da queste sperienze comparative risulta chiaramente che la temperatura dell' acqua allo stato sferoidale dev' essere inferiore a quella di 80 centigradi.



RICERCHE SULLA CAPACITA' POLMONARE; DI GREHANT.

(*Comptes Rendus*, 2 Luglio 1860)).

Per misurare la capacità dei polmoni il sig. Grehant nel Luglio 1860 propose un mezzo molto ingegnoso, abbenchè possa per qualche parte stimarsene incompleta la applicazione. Questo sperimentatore fa inspirare ed espirare per 4 o 5 volte in una quantità determinata di idrogeno e dopo che questo gas dovè in tal guisa mescolarsi con la massa gassosa che a principio della esperienza trovavasi entro i polmoni, il sig. Grehant analizza il mescuglio gassoso per determinare in che proporzione vi si trova l'idrogeno. Meritevole di osservazione egli è per certo questo applicare alle misure della capacità polmonale, il metodo già usato dal Valentin per conoscere la quantità della massa sanguigna, e facilmente s' intende che al termine dell' esperienza la proporzione dell' idrogeno che trovasi nel mescuglio gassoso deve dipendere da due cause di cui nota l' una, cioè la quantità iniziale di quel gas, riesce facile arrivare a conoscere l' altra. Perchè peraltro i resultati ottenuti dal Grehant potessero dirsi esenti da ogni obiezione, bisognerebbe che l'Autore ci dicesse di

avere tenuto conto di quella quantità d'idrogeno che quasi di certo deve essere passata nel sangue a motivo della solubilità del gas, e che fa cambiare all'insaputa dello sperimentatore il valore di uno dei dati, dai quali muove il calcolo che si instituisce. Questa causa di inesattezza è quella che ha reso assai meno valutabili, di quanto a prima giunta poteva credersi, i resultati ottenuti sul sangue col metodo del Valentin; e questa causa di inesattezza è quella contro la quale conviene adoperarsi con ogni studio se si vuole che la esperienza riesca completa, e per buona sorte lo si può nelle esperienze del Grehant alquanto meglio che non si potesse in quelle del Valentin. Per conoscere sino ad un certo segno il valore di questa cagione di errore, per determinarlo approssimativamente e giudicare se metta conto aver ricorso a degli artifizii più complicati onde maggiormente eliminarlo, potrà giovare il raccogliere in una limitata capacità di aria i prodotti della espirazione sinchè seguita a venir fuori dell'idrogeno, e, cumulando la quantità di questo gas in tal guisa raccolta con quella trovata nel recipiente ove accadde la prima parte della esperienza, vedere quanto è il gas che manca per ricomporre la precisa quantità su cui si effettuarono le alternative di inspirazione ed espirazione.

Qualunque possa essere il valore dei dubbi testè affacciati non sarà sgradito il sapere che nell' A. la capacità polmonale, misurata mediante la inspirazione di un litro di idrogeno, dopo la inspirazione era di litri 4,255, dopo la espirazione litri 3,623.

Pisa, 12 Gennajo 1861.

C. S.



DELLA CORRELAZIONE NATURALE DEI COMPOSTI ORGANICI COGLI INORGANICI, BASE DI UNA CLASSIFICAZIONE NATURALE DEI CORPI CHIMICI ORGANICI, DI *H. KOLBE*; TRADOTTA DAL TEDESCO DAL PROF. G. FINOLLO (1).

(*Annalen der Chemie und Pharmacie*, T. CXIII.)

I composti organici vennero già comparati più volte cogli inorganici. Così l'etilene fu collocato a fianco dell'ammoniaca, la composizione dell'acido acetico fu paragonata con quella dell'acido solforico, e l'alcole venne inscritto nella serie degli ossidi idrati inorganici. Recentemente Gerhardt cercò perfino di riferire tutte le combinazioni di carbonio alla composizione dei quattro tipi: idrogeno, acido cloridrico, acqua, ed ammoniaca.

Relativamente a quest'ultimo saggio di classificazione generale dei composti organici ho già esternato la mia opinione all'epoca in cui fu posta in campo da Gerhardt (2). Tralascio qui di ripetere ciò che dissi allora in proposito, osservando solamente che il mio giudizio intorno a questo modo di trattare la chimica non è punto mutato. Quanto sia falso che la na-

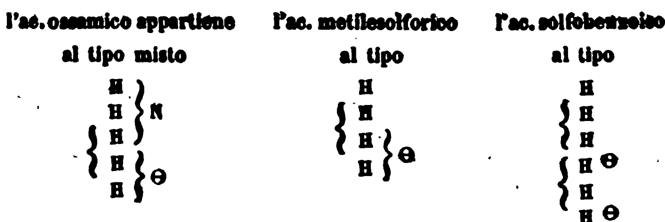
(1) Nel tomo X. di questo Giornale (1859 p. 153) noi abbiamo inserito per intiero la Memoria di Kolbe: *Sulla costituzione dell'acido lattico*, come quella che riassumeva molte idee di questo celebre chimico tedesco, riguardanti le quistioni attualmente le più agitate in chimica generale. Immediatamente dopo quella Memoria, noi pubblicammo le esperienze che erano state suggerite da quelle idee o sulle quali esse si fondavano; pubblicammo inoltre la risposta fatta da Wurtz a quella Memoria ed alcune nostre osservazioni. Per continuare a tenere i nostri lettori informati delle quistioni che tuttora si agitano in chimica generale, pubblicheremo le seguenti Memorie: quella di Kolbe *Intorno alla correlazione naturale dei composti organici cogli inorganici*, l'altra dello stesso chimico: *Sulla costituzione e basicità dell'acido salicilico*, e quella di Frankland: *Sui corpi organo-metallici*. Faremo seguire a queste Memorie alcune nostre osservazioni. I nostri lettori prenderanno vivissimo interesse alla lettura delle due Memorie di Kolbe come quelle che ritornano sopra argomenti già trattati in questo Giornale dal Prof. Piria.

(2) Lehrbuch *der organischen Chemie* von H. Kolbe, T. I, 50 e seg.

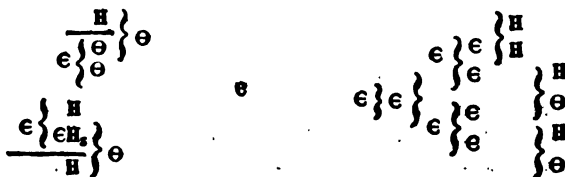
tura si limiti a fare delle variazioni subordinate a quattro tipi, lo dimostrano abbastanza, come feci notare prima d'ora, gli sforzi straordinarj a cui sono costretti i seguaci di Gerhardt per sostenere il loro sistema. Si è riconosciuto che questi quattro tipi sono insufficienti per poterne derivare il gran numero dei composti organici delle proprietà le più differenti e della composizione la più svariata, e perciò s'inventarono i tipi derivati e misti (1) dei quali alcuni si servono in modo che fanno della chimica un puro giuoco di formule.

Avendo voluto derivare i composti da quattro tipi, le sostanze organiche si posero *artificialmente* in relazione colle inorganiche, la quale relazione non è che apparente. Ma fra queste due classi di corpi esiste naturalmente un legame più intimo al quale mi sembra non siasi finora rivolta abbastanza l'attenzione. Questo non consiste solo nell'essere i corpi organici formati dagli stessi elementi che gli inorganici, ma si fonda sopra rapporti di parentela. *I corpi chimici organici sono*

(1) Eccone un pajo d'esempi. Come si legge in questi Annali T. CIV, 137, 139 e 141.



Ma la cosa più incredibile è ciò che si legge nel T. c. pag. 226 e 228, dove la composizione dell'acido succinico e il radicale dell'acido ftalico è rappresentata dalle formule seguenti:



in generale derivati di combinazioni inorganiche e generati da queste per mezzo di processi di sostituzione molto semplici ed in parte anche direttamente.

La fisiologia vegetabile ci lasciò finora pressochè all'oscuro intorno ai processi chimici che si verificano nelle piante. Sappiamo, è vero, che questi laboratorj microchimici per la formazione dei composti organici sebbene così numerosi e svariati, non si giovano che di pochi materiali molto semplici, e che, se prescindiamo dagli ossidi metallici, non impiegano che acido carbonico, acqua, ammoniaca, acido solforico, fosforico e silicico; sappiamo inoltre che l'acido carbonico è scomposto dalle parti verdi sotto l'azione della luce solare con eliminazione d'ossigeno, e che in questo caso il carbonio viene assimilato dalla pianta; ma ci troviamo del tutto all'oscuro in quanto al sapere quali combinazioni si formano immediatamente dall'acido carbonico. Tuttavia possiamo ammettere come certo che questi principj generali: fecola, zucchero, gomma, acidi vegetabili, ec., i quali si trovano appunto in quelle parti delle piante ove si effettua la scomposizione dell'acido carbonico, provengono da quest'acido almeno indirettamente. La quale ipotesi esaminata dal lato chimico ha in suo favore il fatto che la composizione dei materiali suddetti sta in un rapporto semplice con quella dell'acido carbonico, in modo che i medesimi si possono considerare come generati dall'essere l'idrogeno entrato al posto di altrettanti atomi d'ossigeno eliminati da un complesso di varj atomi d'acido carbonico.

Liebig fu il primo (1) che nella sua celebre Memoria sul processo chimico della respirazione pose in luce questi così importanti rapporti. Ne riporterò alcuni squarci per rammentare come *Liebig* fin d'allora definiva i rapporti dello zucchero, dell'alcole, dell'acido formico, ec., coll'acido carbonico.

« Se immaginiamo, dice Liebig pag. 337, che tutto l'ossigeno che si trova dentro e fuori del radicale dell'acido carbonico sia sostituito dall'idrogeno, abbiamo un composto idrogenato analogo all'acido carbonico, come esiste realmente nel gaz delle paludi ». E più avanti: « in questo modo p. e. l'aci-

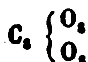
(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, LVIII, 335 e seg.

do formico.... si può considerare come acido carbonico nel cui radicale la metà dell' ossigeno è stata surrogata da idrogeno. Non meno semplice diventa sotto questo punto di vista la composizione degli acidi organici che s' incontrano più spesso, dell' acido tartrico, citrico, malico, ed acetico ».

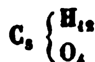
« Fra le materie neutre del regno vegetabile lo zucchero d'uva allo stato secco è molto affine nella sua composizione all' acido carbonico, benchè il modo con cui sono disposti i suoi elementi debba essere diverso, essendo diverso il modo con cui si comporta chimicamente ».

« In quel processo speciale che vien designato col nome di fermentazione, si separa dagli elementi dello zucchero d'uva una certa quantità d' acido carbonico: è chiaro che l'altro prodotto della fermentazione, cioè l' alcole, deve anch' esso rappresentare dell' acido carbonico ». Infatti l' alcole contiene lo stesso numero di atomi che l' acido carbonico ».

Acido carbonico



Alcole



« Lo zucchero si genera nelle piante dall' acido carbonico per eliminazione d' ossigeno e per sostituzione d'idrogeno all' ossigeno eliminato ».

La fisiologia vegetabile non potè finora giovarsi di questi principj, specialmente perchè l'opera della chimica era ancora incompleta. Infatti per comprendere come l' acido carbonico si cambia a poco a poco in zucchero o fecola, è necessario saper prima quali sono i principj immediati di questi materiali, e quali funzioni si esercitano dai medesimi. Or questo è ciò che non conosciamo ancora. Tuttavia le scoperte di questi ultimi anni ci hanno fatto progredire molto in questa via e ciò specialmente perchè si riuscì ad effettuare la sostituzione diretta dell' ossigeno dell' acido carbonico per mezzo dell' idrogeno o di radicali analoghi all' idrogeno, e quindi a preparare coll' acido carbonico, se non dello zucchero, almeno dei composti organici, i quali sono dei derivati semplici dello zucchero. Si è specialmente la scoperta di Wanklin intorno alla trasformazione del-

l'acido carbonico (1) in acido propionico ed in acido acetico che venne a confermare l'ipotesi che gli acidi grassi ed affini a questi, le aldeidi, gli acetoni, gli alcoli ec., non siano che derivati dell'acido carbonico.

In aggiunta alle dette considerazioni di Liebig, e fondandomi sopra osservazioni teoriche, nell'anno 1855 (2) esternai pel primo l'opinione che l'acido acetico sia acido metilecarbonico cioè acido carbonico, il quale invece d'un atomo d'ossigeno contenga un atomo di metile, e che in egual modo anche *gli* acetoni debbansi derivare dall'acido carbonico. Quasi contemporaneamente il Prof. Piria (3) pubblicò le stesse idee intorno alla costituzione dell'acido benzoico e dell'acetone e dell'aldeide di quest'acido medesimo. In una Memoria posteriore (4) sviluppai più estesamente queste idee intorno alla composizione razionale degli acidi grassi ed aromatici, delle aldeidi, degli acetoni, ec. e intorno ai loro rapporti coll'acido carbonico. Spinto dalla più intima convinzione che siffatti composti hanno coll'acido carbonico gli stessi rapporti che l'acido cacodilico coll'acido arsenico, che l'ossido di stagno-etile coll'ossido di stagno, non dubitava punto fin d'allora che sarebbe stato possibile, quando si verificassero le necessarie condizioni, trasformare l'acido carbonico negli acidi grassi per sostituzione diretta; e come osservai in detta Memoria mi stava già occupando da molto tempo in compagnia di Franckland nell'istituire delle ricerche per effettuare questa trasformazione. Ci servimmo per questo dello zinchetile, dal quale specialmente credevamo di poterci aspettare che mutando il suo etile contro un atomo d'ossigeno dell'acido carbonico, formerebbe con questo del propionato di zinco, o che produrrebbe dell'acetone coll'ossido clorocarbonico. Ma anche prima che venisse ultimata questa serie di ricerche (5), fu pubblicata da Wanklin l'osservazione

(1) *Annalen der Chemie* etc. CVII, 125 e seg.

(2) Handwörterbuch *der Chemie* von Liebig, Poggendorff u. Wöhler, *Art. Radicale*, T. VI, pag. 807.

(3) *Annalen der Chemie*, etc. C. 104.

(4) Ivi T. CI, 257.

(5) Quando si scalda per 18 ore in un digestore di Franckland un miscuglio di zinco granulato e di carbonato di potassa polverizzato e secco

da lui fatta in occasione della scoperta del sodio-etile e relativa alla conversione artificiale dell'acido carbonico in acido propionico.

Questo fatto costituisce la miglior prova in favore dell'opinione da me professata attualmente intorno alla composizione razionale dell'acido acetico, dell'acido propionico e degli acidi affini, e mi sembra che serva anche a confermare quei principj sulla costituzione delle aldeidi, degli acetoni, degli alcoli e dei composti affini che, convinto com'era della loro esattezza, anticipai nel mio Trattato di chimica organica, anche prima che venissero comprovati dall'esperienza. — Sono appunto questi principj che mi propongo adesso di sviluppare maggiormente.

Dei composti organici che derivano dall'acido carbonico e dall'ossido di carbonio.

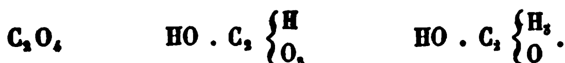
Se nell'acido carbonico l'uno dei quattro atomi d'ossigeno si muta con un atomo d'idrogeno, ne risulta l'acido for-

con un miscuglio di ioduro d'etile e d'etere mantenendo la temperatura fra 140 e 170°, si forma come all'ordinario una grande quantità di zinchetile. Il residuo che si ottiene dalla distillazione del medesimo, trattato prima con acqua (che ne separa una grande quantità d'idruro d'etile), e quindi con acido solforico, ed in ultimo sottoposto alla distillazione, somministra un distillato acido che contiene acido propionico assieme a dell'acido iodidrico. Una piccola quantità del medesimo neutralizzato con potassa diede un sale, che, dopo essere stato essiccato e mescolato con un poco d'acido arsenioso, sviluppò col riscaldamento un odore agliaceo intenso. La maggior parte del distillato si neutralizzò con carbonato d'argento, quindi filtrata la soluzione del sale d'argento si fece evaporare nel vuoto sull'acido solforico fino a secchezza. Grammi 0,307 del sale secco calcinati in un crogiolo di porcellana lasciarono un residuo d'argento metallico = gr. 0,183 la quale quantità corrisponde al 59,6 p. c. Il propionato d'argento contiene 59,7 di questo metallo.

Questo sale quando si riscalda, o vi si versa sopra un acido energico esala un forte odore d'acido propionico. Parimente quando si evapora una goccia della sua soluzione satura, si osserva sotto il microscopio che questo sale cristallizza precisamente nella forma del propionato d'argento.

L'acido carbonico solido mescolato con carbonato di potassa non è alterato dallo zinchetile. — Parimente quando si scalda zinchetile con carbamato d'ammonio non si ottiene alcuna traccia d'acido propionico o di propionamide.

mico, e se in egual modo si sostituiscono ancora due atomi di ossigeno con idrogeno, si forma l' idrato di metile:



$$C_2O_4 \qquad HO . C_2 \begin{cases} H \\ O_3 \end{cases} \qquad HO . C_2 \begin{cases} H_3 \\ O \end{cases}.$$

Come feci osservare nel T. CI. pag. 263, i simboli degli elementi positivi p. e. dell' idrogeno, del metile, ec. che sostituiscono l' ossigeno ed in generale i termini negativi d'un composto *inorganico*, preferisco per maggiore chiarezza collocarli a sinistra del segno che rappresenta il radicale del composto primitivo; per cui le formule suaccennate prendono la forma seguente:



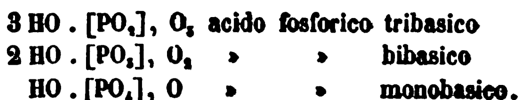
$2\ HO . C_2O_4$	$HO . HC_2O_3$	$HO . H_3C_2O$
Acido carbonico	Acido formico	Idrato metilico.

A questo proposito vuolsi notare fin d'ora che l'acido carbonico, corpo bibasico, dopo aver mutato con idrogeno l' uno dei suoi atomi d' ossigeno, diventa un acido monobasico, e che egualmente l' ossido di metile possiede la stessa capacità di saturazione che l' acido formico. La questione quale sia la causa di questo fenomeno si connette precisamente colla questione intorno alla causa che fa dell' acido carbonico un acido ordinariamente bibasico.

È evidente che la capacità di saturazione degli acidi ossigenati è dipendente dal numero degli atomi d' ossigeno che si trovano fuori del radicale di cui trattasi, e che quindi gli acidi ossigenati neutralizzano tanti atomi di base monoacida, quanti sono *gli atomi* d' ossigeno che contengono fuori del radicale. Lo stesso deve dirsi delle basi: perciò i sali sono neutri quando la base e l' acido di cui constano, contengono un numero eguale d' atomi d' ossigeno fuori dei loro radicali.

L' acido nitrico è monobasico poichè è il monossido del radicale ossigenato NO^4, l' acido solforico è bibasico poichè contiene due atomi d' ossigeno combinati col radicale S_2O_4, e l' acido fosforico è tribasico poichè dei cinque atomi d' ossigeno due soltanto appartengono al radicale.

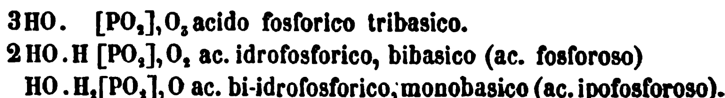
L' acido fosforico tribasico diventa bibasico o monobasico poichè dei tre atomi d' ossigeno che si trovano nel primo fuori del radicale PO_2, uno o due di questi passano nel radicale formando in questo modo dei radicali più ossigenati:



$3\,HO\,.\,[PO_2],\,O_3$ acido fosforico tribasico
$2\,HO\,.\,[PO_3],\,O_2$ » » bibasico
$HO\,.\,[PO_4],\,O$ » » monobasico.

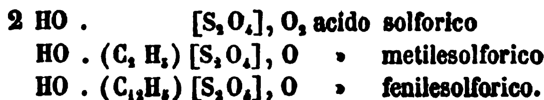
Così l' acido carbonico è un acido bibasico, poichè contiene due atomi d' ossigeno combinati col radicale ossigenato detto carbonile, C_2O_2. Si può supporre, e credo anzi probabile, che come si verifica negli acidi fosforici, oltre l' acido carbonico bibasico, esista pure un altro acido isomero ma monobasico della composizione $HO\,[C_2O_3],\,O$, e forse anche un acido carbonico tribasico $3\,HO\,[C_2O],\,O_3$, del quale ultimo conosciamo dei derivati nell' idrato di lipile e in diversi altri composti.

La trasformazione d' un acido polibasico in un acido dotato d' una capacità inferiore di saturazione, può anche effettuarsi in un altro modo. Noi osserviamo che si verifica sempre una diminuzione di capacità di saturazione, quando uno o più atomi dell' ossigeno esistente fuori del radicale vengono sostituiti da un elemento eterogeneo. Il migliore esempio ci è fornito di nuovo dall' acido fosforico. Scambiando uno o due atomi d' ossigeno con altrettanti atomi d' idrogeno, l' acido fosforico tribasico diventa un acido bibasico denominato acido fosforoso, oppure un acido monobasico che è il così detto acido ipofosforoso:



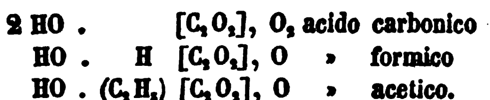
$3HO.\ [PO_2],O_3$ acido fosforico tribasico.
$2HO.H\,[PO_2],O_2$ ac. idrofosforico, bibasico (ac. fosforoso)
$HO.H_2[PO_2],O$ ac. bi-idrofosforico, monobasico (ac. ipofosforoso).

In egual modo il bibasico acido solforico diventa acido metilesolforico, fenile-solforico, ec. che sono acidi monobasici:



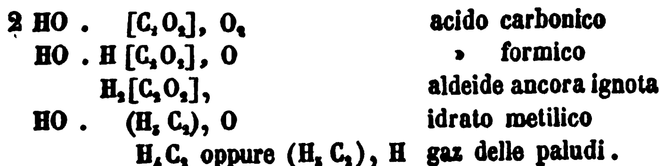
$2\,HO\,.\ [S_2O_4],\,O_2$ acido solforico
$HO\,.\,(C_2H_3)\,[S_2O_4],\,O$ » metilesolforico
$HO\,.\,(C_{12}H_5)\,[S_2O_4],\,O$ » fenilesolforico.

e così osserviamo che l'acido carbonico bibasico, per la stessa causa si trasforma negli acidi monobasici formico, acetico ec.:



$2\,HO\,.\qquad [C_2O_2],\ O_2$ acido carbonico
$HO\,.\ H\ [C_2O_2],\ O$ » formico
$HO\,.\ (C_2H_3)\ [C_2O_2],\ O$ » acetico.

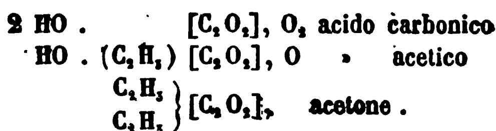
Quando questa sostituzione si estende al secondo atomo d'ossigeno, la basicità resta estinta. I composti che ne risultano, le *aldeidi*, *gli acetoni* non si combinano più colle basi per fare dei *sali*. Ma in questi corpi si manifesta un carattere debolmente basico, il quale si riconosce alla proprietà che hanno di combinarsi coi bisolfiti alcalini per formare dei composti neutri. È indubitato che influiscono in ciò i due atomi d'ossigeno che appartengono al radicale, i quali ora cominciano a muoversi verso l'esterno. Se continuando la sostituzione, si muta pure con idrogeno l'uno dei due atomi d'ossigeno del radicale, in modo che dei quattro atomi d'ossigeno che conteneva in origine l'acido carbonico, tre di questi in totalità siano sostituiti da tre atomi d'idrogeno, in allora l'atomo di ossigeno che resta ancora, esce intieramente dal radicale, e si ha il monossido di un nuovo radicale monoatomico, del metile H_3C_2, il quale si comporta come un corpo analogo all'idrogeno. Se finalmente si sostituisce pure con idrogeno il quarto atomo d'ossigeno, ne risulta il gaz delle paludi, il quale perciò si può anche considerare come una combinazione d'idrogeno e metile. Le diverse fasi di questa sostituzione si esprimono assai bene colle formole seguenti:



$2\,HO\,.\quad [C_2O_2],\ O_2$ acido carbonico
$HO\,.\ H\,[C_2O_2],\ O$ » formico
$H_2[C_2O_2],$ aldeide ancora ignota
$HO\,.\quad (H_3\,C_2),\ O$ idrato metilico
H_4C_2 oppure $(H_3\,C_2),\ H$ gaz delle paludi.

Partendo dall'acido carbonico possiamo anche risalire agli acidi, alle aldeidi, agli acetoni, agli alcoli, ai carburi d'idrogeno d'un ordine più elevato quando nella sua composizione si

faccia entrare prima il metile invece dell' idrogeno. Se questa sostituzione si limita ad un solo atomo d'ossigeno, ne risulta l'acido acetico: quando si estende al secondo atomo si genera l'acetone:



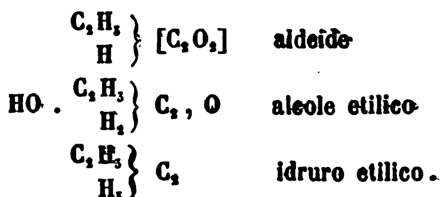
$$2\,HO\,.\quad [C_2O_2],\ O_2 \quad \text{acido carbonico}$$
$$HO\,.\,(C_2H_3)\,[C_2O_2],\ O \quad \text{» acetico}$$
$$\left.\begin{matrix} C_2H_3 \\ C_2H_3 \end{matrix}\right\}[C_2O_2], \quad \text{acetone}.$$

Se dopo aver sostituito col metile il primo atomo d'ossigeno dell'acido carbonico, si scambia il secondo atomo con un corpo alogeno, p. e. col cloro, si forma il composto:



$$(C_2H_3)\,[C_2O_2],\ Cl \quad \text{cloruro d'acetile}.$$

Supponiamo che il secondo, il terzo, il quarto atomo d'ossigeno vengano sostituiti con altrettanti atomi d'idrogeno; abbiamo allora i composti:



$$\left.\begin{matrix} C_2H_3 \\ H \end{matrix}\right\}[C_2O_2] \quad \text{aldeide}$$
$$HO\,.\left.\begin{matrix} C_2H_3 \\ H_2 \end{matrix}\right\}C_2,\ O \quad \text{alcole etilico}$$
$$\left.\begin{matrix} C_2H_3 \\ H_3 \end{matrix}\right\}C_2 \quad \text{idruro etilico}.$$

Se in egual modo si fa entrare l'etile nella composizione dell'acido carbonico e si procede così sostituendo i singoli atomi d'ossigeno di quest'acido per mezzo dei radicali alcolici e e dell'idrogeno, si va formando da esso nel modo il più semplice l'intiera serie degli acidi grassi assieme alle aldeidi, agli acetoni, agli alcoli e ai carburi d'idrogeno corrispondenti, e si conferma la speranza che sarà possibile partendo da questi composti fare un passo più avanti, arrivando così a preparare artificialmente la fecola, la gomma, lo zucchero ed altri principj vegetabili. Ma prima di tutto è necessario sciogliere questo importante problema, che consiste nel trasformare direttamente gli acidi grassi nei loro alcoli, trasformazione per la quale manchiamo ancora di mezzi di riduzione abbastanza forti od approssimati.

I composti di cui parlammo si possono caratterizzare nel modo seguente partendo dalla loro composizione e dai loro rapporti coll' acido carbonico.

Gli acidi grassi, aromatici, e gli altri acidi monobasici affini sono quei derivati dell' acido carbonico in cui l' idrogeno od un radicale alcolico è entrato al posto di uno dei due atomi d' ossigeno esistenti fuori del radicale di quest' acido.

Gli acetoni sono quei derivati dell' acido carbonico, nei quali ambedue gli atomi d' ossigeno fuori del radicale sono sostituiti dai *radicali* alcolici.

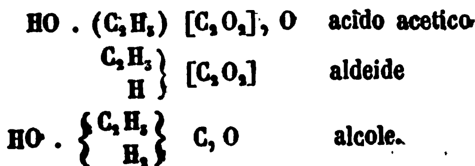
Le aldeidi son quei derivati dell' acido carbonico in cui dei due atomi d' ossigeno esistenti fuori del radicale l' uno è surrogato da un radicale alcolico e l' altro dall' idrogeno.

Gli alcoli sono quei derivati dell' acido carbonico combinati con un atome d' acqua d' idratazione nei quali tre atomi d' ossigeno di quest' acido sono sostituiti l' uno da un radicale composto analogo all' idrogeno, e gli altri due da due atomi d' idrogeno. È soltanto nell' alcole metilico che si trovano tre atomi d' idrogeno che fanno le veci dei tre atomi d' ossigeno.

Nei carburi d' idrogeno corrispondenti, tutto l' ossigeno dell' acido carbonico è surrogato da radicali positivi: da quattro atomi d' idrogeno nel gaz delle paludi, e da un atomo di radicale alcolico e tre atomi d' idrogeno in tutti gli altri carburi.

Queste idee sulla composizione di dette classi di corpi vennero da me esposte diffusamente, or sono due anni, nel mio Trattato di chimica organica (T. I. pag. 567). Recentemente Städler, come si rileva dal suo lavoro sull' acetone, adottò anch' esso queste idee con qualche modificazione nel modo di scrivere le formule.

Gettando un' occhiata sulle formule seguenti colle quali espressi or ora la composizione razionale dell' acido acetico, dell' aldeide e dell' alcole corrispondente:



$HO \,.\, (C_2H_3)\ [C_2O_2],\ O$ acido acetico

$\left.\begin{matrix} C_2H_3 \\ H \end{matrix}\right\}\ [C_2O_2]$ aldeide

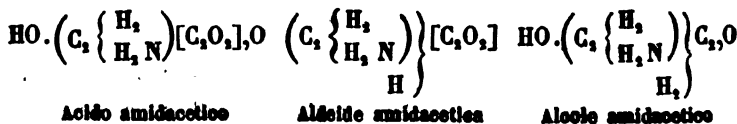
$HO \,.\, \left\{\begin{matrix} C_2H_3 \\ H_2 \end{matrix}\right\}\ C_2\ O$ alcole.

si vede subito perchè dei cinque atomi d'idrogeno dell'ossido d'etile contenuto nell'alcole se ne sostituiscano soltanto due atomi nell'ossidazione di quest'ultimo, e se ne sostituisca un solo nell'aldeide. Gli atomi d'idrogeno esistenti a parte nell'alcole e nell'aldeide sono quelli appunto che soggiacciono alle azioni ossidanti, e che si offrono all'ossigeno come altrettanti punti più facili ad essere attaccati, che non gli altri atomi d'idrogeno che si trovano in combinazione più intima nel radicale metile.

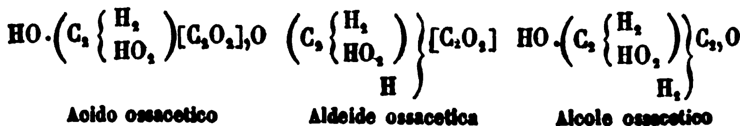
Questi principj intorno alla costituzione degli alcoli ci fanno prevedere l'esistenza di nuovi alcoli ancora sconosciuti, come pure l'esistenza di una nuova classe di corpi, i quali essendo affini agli alcoli per la loro composizione, devono pure dividere con essi diverse proprietà, comportandosi però diversamente in alcuni punti essenziali. Tostochè possederemo i mezzi per trasformare tutti gli acidi degli alcoli nelle rispettive aldeidi e nei loro alcoli, facendo entrare direttamente uno o due atomi d'idrogeno al posto di altrettanti atomi d'ossigeno, sarà possibile l'ottenere pure dai detti acidi quelle aldeidi e quelli alcoli, che come gli acidi amidacetico ed ossiacetico, sono semplici derivati degli acidi primitivi. Le formole seguenti pongono meglio in evidenza queste relazioni:



Acido acetico — Aldeide acetica — Alcole



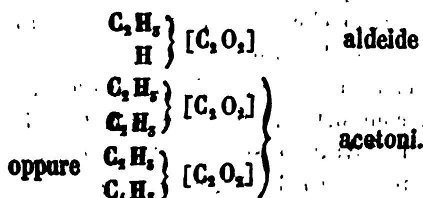
Acido amidacetico — Aldeide amidacetica — Alcole amidacetico



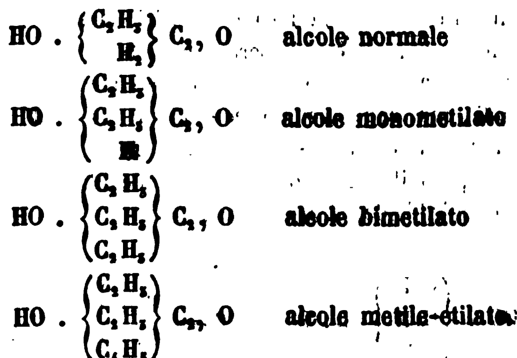
Acido ossacetico — Aldeide ossacetica — Alcole ossacetico

Quando in un'aldeide si scambia con dei radicali com-

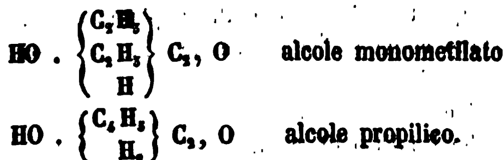
posti quell' idrogeno che esiste a parte, si formano gli acetoni:



Così se supponiamo di sostituire negli alcoli uno o due atomi di quell' idrogeno che vi esiste a parte per mezzo di altrettanti atomi di metile, d' etile, ec., ne risultano dei composti nuovi, delle specie d' alcoli, della seguente composizione:



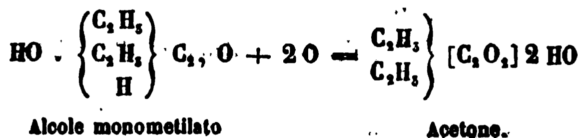
L' alcole monometilato non sarebbe identico, ma soltanto isomero coll' alcole propilico:



Così pure l' alcole bimetilato contiene lo stesso numero di elementi che l' alcole butilico: $HO \cdot \left\{ \begin{matrix} C_6H_7 \\ H_2 \end{matrix} \right\} C_2, O$ e così di seguito.

Quantunque fin qui non siasi ottenuto alcun composto appartenente a questa specie d'alcoli, tuttavia son persuaso della loro esistenza, e credo che appena questo soggetto sarà trattato sperimentalmente, la loro scoperta non si farà aspettare lungo tempo. Che anzi possiamo già prevedere in molti punti il loro modo di comportarsi chimicamente. Questi corpi come gli alcoli normali dovranno somministrare cogli idracidi dei composti simili al cloruro d'etile, e formare coll'acido solforico dei composti analoghi all'acido etilesolforico: i corpi però che hanno quella specie di composizione che appartiene all'alcole bimetilato, non possono con azioni ossidanti trasformarsi in aldeidi ed acidi come gli alcoli normali, poichè mancano ad essi quei due atomi d'idrogeno a parte ai quali si estende l'ossidazione negli alcoli normali.

Quelli idrati che nella loro composizione sono analoghi all'alcole monometilato, e che perciò contengono ancora un atomo d'idrogeno a parte, non possono neppur essi somministrare i detti acidi, ma soggiacciono a quel processo d'ossidazione per cui gli alcoli normali si convertono nelle loro aldeidi. In questo caso però il prodotto di ossidazione che ne deve risultare non è un'aldeide, sì bene un acetone:



$$HO \cdot \left\{ \begin{matrix} C_2H_3 \\ C_2H_3 \\ H \end{matrix} \right\} C_2, O + 2\,O = \left. \begin{matrix} C_2H_3 \\ C_2H_3 \end{matrix} \right\} [C_2O_2]\, 2\,HO$$

Alcole monometilato — Acetone.

A questa classe di corpi appartengono forse l'idrato di fenile e i composti analoghi, i quali sappiamo che in molti punti si comportano come l'alcole normale, ma si distinguono essenzialmente dal medesimo perchè non possono trasformarsi nelle aldeidi e negli acidi corrispondenti. Io ritengo come cosa probabile che l'idrato di cresile HO . $C_{14}H_7O$ sta col suo isomero idrato di toluile nello stesso rapporto, che il supposto alcole bimetilato col suo isomero alcole butilico (Vedi pag. precedente). Le sostituzioni dell'ossigeno dell'acido carbonico per mezzo dei radicali positivi possono anche effettuarsi in un altro modo.

Se supponiamo che nel gruppo $[C_2O_2], O_2$ restino al loro posto i due atomi d'ossigeno esistenti fuori del radicale, e che invece i due atomi d'ossigeno appartenenti al radicale medesimo vengano sostituiti dall'idrogeno, dal metile, ec., ne risultano i composti bibasici e biacidi stati scoperti recentemente da Wurtz, gli idrati dei quali si distinguono col nome di glicoli. I medesimi si generano, come è noto, dall'etilene e dai carburi omologhi e aventi una composizione analoga.

Questi carburi derivano dall'osside di carbonio C_2O_2, dal quale possiamo supporli generati per la sostituzione d'un atomo d'ossigeno mediante l'idrogeno, e dell'altro atomo d'ossigeno mediante un radicale composto come p. e. il metile. Soltanto nel metilene bisognerebbe ammettere che i due atomi d'ossigeno vi siano rappresentati da due atomi d'idrogeno. Si distinguono assai bene questi rapporti scrivendo le formule nel modo seguente:



C_2O_2 ossido di carbonio

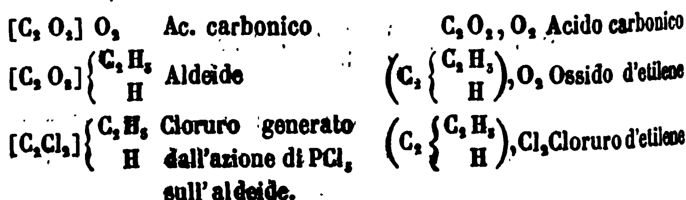
$\left.\begin{matrix}C_2H_3\\H\end{matrix}\right\} C_2$ oppure $C_2 \left\{\begin{matrix}C_2H_3\\H\end{matrix}\right\}$ etilene

L'ossido di carbonio (carbonile) e l'etilene come si rassomigliano nella loro composizione, così somigliansi nel loro modo di comportarsi chimicamente. Ambedue sono radicali biatomici, ambedue si combinano con due atomi di cloro, entrambi in circostanze favorevoli assorbono due atomi d'ossigeno, entrambi assimilano gli elementi di un atomo d'acqua colla quale l'ossido di carbonio in presenza di un alcali, genera dell'acido *formico*, e l'etilene col concorso dell'acido solforico forma *ossido d'etile*.

Questa combinazione dell'ossido di carbonio e dell'etilene coll'acqua (e in generale coi composti d'idrogeno p. e. coll'acido cloridrico) non si effettua in modo che l'acqua entri inalterata nel composto, come ce lo dimostra la composizione dell'acido formico e dell'ossido d'etile, ma siamo condotti ad ammettere che si scinda nei suoi elementi, e che l'idrogeno entri nel rispettivo radicale trasformando l'ossido di carbonio e l'etilene (biatomici) in radicali monoatomici, in formile

$H\,[C_2\,O_2]$, ed in etile $\left.\begin{matrix}C_2H_5\\H_2\end{matrix}\right\}C_2$. — L'ossido di carbonio e l'etilene si comportano diversamente col cloro e coll' ossigeno. In questo caso la loro biatomicità si conserva, e poichè nei composti che ne risultano cioè nell' acido carbonico $[C_2\,O_2],\,O_2$ e nell' ossido d'etilene $\left(C_2\left\{\begin{matrix}C_2H_3\\H\end{matrix}\right.\right),\,O_2$ i due atomi d' ossigeno che vi si aggiungono restano fuori del radicale, così i medesimi dietro la legge indicata a pag. 165 devono essere rispettivamente bibasici o biacidi.

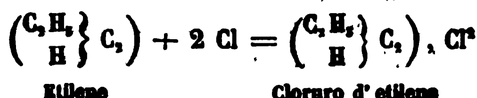
Se l' ossido d' etilene e l' aldeide che gli è isomera hanno proprietà differenti, se comportansi in generale come corpi intieramente differenti, ciò dipende da che il metile e l' idrogeno sostituiscono nell' aldeide i due atomi d' ossigeno che esistono fuori del radicale dell' acido carbonico, mentre nell' ossido d' etilene sostituiscono i due atomi d' ossigeno che si trovano nel radicale medesimo, come è espresso dalle formule seguenti:



$[C_2\,O_2]\,O_2$	Ac. carbonico	$C_2O_2,\,O_2$	Acido carbonico
$[C_2\,O_2]\left\{\begin{matrix}C_2H_3\\H\end{matrix}\right.$	Aldeide	$\left(C_2\left\{\begin{matrix}C_2H_3\\H\end{matrix}\right.\right),O_2$	Ossido d'etilene
$[C_2Cl_2]\left\{\begin{matrix}C_2H_3\\H\end{matrix}\right.$	Cloruro generato dall'azione di PCl_5 sull' aldeide.	$\left(C_2\left\{\begin{matrix}C_2H_3\\H\end{matrix}\right.\right),Cl_2$	Cloruro d'etilene

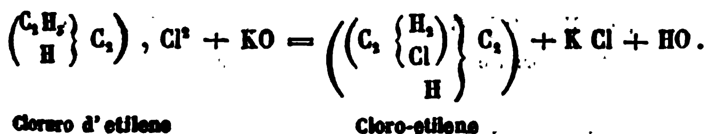
Dopo la scoperta dell' idrato d' etilene dovetti abbandonare la mia prima ipotesi sulla costituzione dell' etilene e dei suoi composti coi corpi alogeni. Evidentemente l' etilene è un vero radicale organico biatomico come avea detto Berzelius molti anni addietro. La trasformazione che subisce il cloruro d' etilene colla soluzione alcolica di potassa consiste in un semplice processo di riduzione analogo a quello pel quale l'acido carbonico diventa ossido di carbonio. In questo caso il composto, invece di perdere tutti e due gli atomi di cloro, perde un solo atomo di questo elemento assieme a un atomo d' idrogeno, il quale ultimo è probabile che non sia quello stesso atomo d'idrogeno che esiste a parte nell'etilene, ma che provenga dal metile dell' etilene, nel mentre che il suo posto viene ad essere

occupato dall'altro atomo di cloro. Perciò il prodotto è etilene monoclorico radicale biatomico, il quale, come è noto, rassemiglia sotto tutti i rapporti all'etilene normale, e al pari di questo si combina con due atomi di cloro formando il cloruro di cloro-etilene che è di nuovo scomposto dalla potassa con formazione di bicloro-etilene, ec.



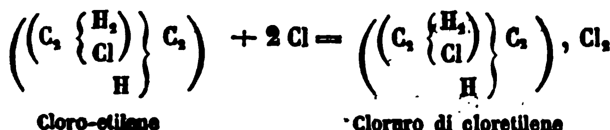
$$\left(\begin{matrix}C_2H_2\\H\end{matrix}\right\} C_2\Big) + 2\,Cl = \left(\begin{matrix}C_2H_2\\H\end{matrix}\right\} C_2\Big), Cl^2$$

Etilene — Cloruro d' etilene



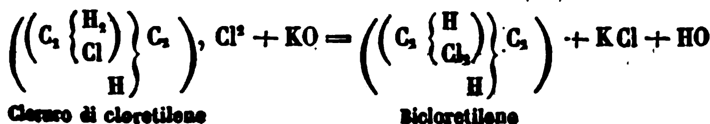
$$\left(\begin{matrix}C_2H_2\\H\end{matrix}\right\} C_2\Big), Cl^2 + KO = \left(\left(C_2\left\{\begin{matrix}H_2\\Cl\end{matrix}\right)\right\} \begin{matrix}\\H\end{matrix} C_2\right) + K\,Cl + HO.$$

Cloruro d' etilene — Cloro-etilene



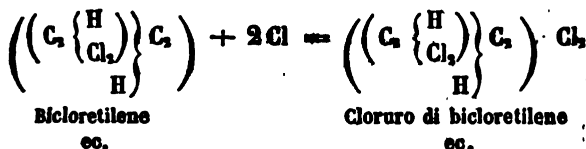
$$\left(\left(C_2\left\{\begin{matrix}H_2\\Cl\end{matrix}\right)\right\}\begin{matrix}\\H\end{matrix} C_2\right) + 2\,Cl = \left(\left(C_2\left\{\begin{matrix}H_2\\Cl\end{matrix}\right)\right\}\begin{matrix}\\H\end{matrix} C_2\right), Cl_2$$

Cloro-etilene — Cloruro di cloretilene



$$\left(\left(C_2\left\{\begin{matrix}H_2\\Cl\end{matrix}\right)\right\}\begin{matrix}\\H\end{matrix} C_2\right), Cl^2 + KO = \left(\left(C_2\left\{\begin{matrix}H\\Cl_2\end{matrix}\right)\right\}\begin{matrix}\\H\end{matrix} C_2\right) + K\,Cl + HO$$

Cloruro di cloretilene — Bicloretilene



$$\left(\left(C_2\left\{\begin{matrix}H\\Cl_2\end{matrix}\right)\right\}\begin{matrix}\\H\end{matrix} C_2\right) + 2\,Cl = \left(\left(C_2\left\{\begin{matrix}H\\Cl_2\end{matrix}\right)\right\}\begin{matrix}\\H\end{matrix} C_2\right) Cl_2$$

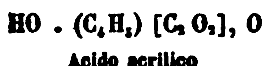
Bicloretilene ec. — Cloruro di bicloretilene ec.

Oltre l'ossido di carbonio sembra che esista pure un ossido di carbonio meno ossigenato, cioè il radicale C_2O, il quale sta coll'ossido di carbonio e coll'acido carbonico tribasico, composto finora del tutto ipotetico, (V. pag. 166) in quello stesso rapporto che il radicale AsO_2 sta coll'acido arsenioso e coll'acido arsenico, ed è perciò monoatomico, o triatomico secondo che si riferisce all'ossido di carbonio, o all'acido carbonico.

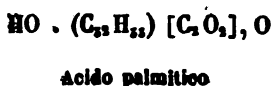
Se immaginiamo che in questo radicale, l'ossigeno sia sostituito da un elemento positivo p. e. dall'etile, ne risulta il radicale derivato $(C_4H_5)C_2$ che troviamo nell'idrato di lipile $(C_4H_5)C_2,O_3.3HO$ dove è manifestamente triatomico, il quale però in altre circostanze entra nei composti col valore di un equivalente d'idrogeno. Così il radicale omologo, che invece d'etile contiene metile $(C_2H_3)C_2$, sostituendo l'idrogeno nell'acido formico, genera l'acido acrilico, e rimpiazzando pure l'idrogeno nell'acido palmitico o benzoico forma l'acido oleico e cinnamico, ec.



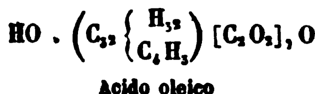
Acido formico



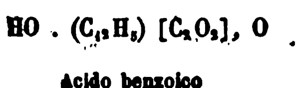
Acido acrilico



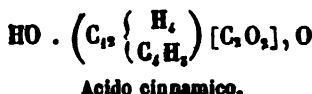
Acido palmitico



Acido oleico



Acido benzoico



Acido cinnamico.

Per ciò che riguarda la questione sollevatasi più volte in questi ultimi tempi se le quantità ponderali di un corpo che chiamiamo pesi atomici, rispettivamente ad un altro corpo possano avere in circostanze diverse un valore equivalente diverso, io considero come un fatto da non potersi rivocare in dubbio, che questa prima quantità ponderale o peso atomico si conserva costante per ogni elemento e per ogni combinazione in tutte le circostanze, ma che il suo valore equivalente rappresenta una quantità relativa, la quale può mutare mutando le condizioni nello stesso modo che, per servirmi d'un esempio triviale, una libbra d'acido solforico può avere un valore diverso secondo le circostanze. Chi volesse esprimere questo valore diverso scrivendo l'acido solforico ora con lettere grandi ed ora con lettere piccole, farebbe a un dipresso ciò che fanno i chimici quando esprimono il protocloruro e il sesquicloruro di ferro colle formule FeCl e feCl; la qual maniera di scrivere

ha fatto sì che i più semplici rapporti venissero rappresentati nel modo il più complicato e meno intelligibile, in opposizione diretta col vero senso delle formule chimiche.

A questo proposito giova pure osservare che dietro le recenti osservazioni di Gries e di Schmidt, la stessa quantità ponderale di azoto che nell' acido nitroso o nell' ammoniaca equivale a tre atomi d' idrogeno, negli altri composti rimpiazza *un atomo* d' idrogeno, e perciò, come il radicale dianzi accennato $(C_2H_3)C_2$, ora è triatomico, ed ora monoatomico.

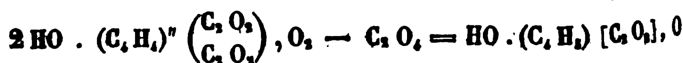
Ho cercato sopra di dimostrare come la composizione degli acidi alcolici, delle aldeidi, degli acetoni, alcoli, glicoli, ec., i quali, fatta astrazione dal diverso modo con cui si formano, derivano tutti dalla fecola o dallo zucchero e perciò da sostanze che nelle piante si generano dall' acido carbonico, si può riferire nel modo il più semplice e naturale alla composizione dell' acido carbonico. Dei rapporti analoghi esistono pure fra l' acido carbonico, e gli acidi della serie dell' acido succinico.

Questi acidi, come pure l' acido ftalico ed altri corpi di analoga composizione derivano da due atomi d' acido carbonico $\begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix} O_4$. Se immaginiamo che in questo gruppo rappresentante un acido quadribasico l' uno dei quattro atomi d' ossigeno fuori del radicale sia sostituito da un radicale positivo p. e. dall' etile, deve risultarne un acido tribasico della composizione $3HO . C_8H_8O_7 = 3HO . (C_4H_8)' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_3$. Questo composto è tuttora ignoto, come lo è l' acido monoatomico che probabilmente si otterrà dalla sostituzione di 3 atomi d' ossigeno per mezzo di un radicale triatomico, come p. e. l' acido $HO . (C_4H_3)''' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix} O$, se pure non è questa per avventura la composizione del così detto acido succinico anidro.

Se nel gruppo atomico $\begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix} O_4$ si sostituiscono invece due atomi dell' ossigeno estraneo al radicale per mezzo di un radicale biatomico, p. e. coll' etilene e i carburi analoghi, ne risultano gli acidi bibasici della serie dell' acido succinico, e gli acidi analoghi ftalico, insolinico, canforico, ec.:

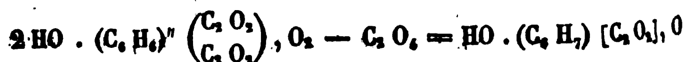
Acido succinico	$2\,HO\,.\,(C_4H_4)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2$
» pirotartrico	$2\,HO\,.\,(C_6H_6)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2$
» adipico	$2\,HO\,.\,(C_8H_8)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2$
» pimelico	$2\,HO\,.\,(C_{10}H_{10})'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2$
» suberico	$2\,HO\,.\,(C_{12}H_{12})'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2$
» sebacico	$2\,HO\,.\,(C_{16}H_{16})'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2$
» ftalico	$2\,HO\,.\,(C_{12}H_4)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2$
» insolinico	$2\,HO\,.\,(C_{14}H_6)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2$
» canforico	$2\,HO\,.\,(C_{16}H_{14})'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2$

Questi acidi presentano degli importanti rapporti con quelli acidi alcolici che contengono due atomi di carbonio di meno, e che prevediamo formarsi dai medesimi per l'eliminazione d'un atomo d'acido carbonico:



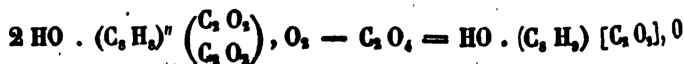
$$2\,HO\,.\,(C_4H_4)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2 - C_2O_4 = HO\,.\,(C_4H_5)\,[C_2O_2],O$$

Acido succinico — Acido propionico



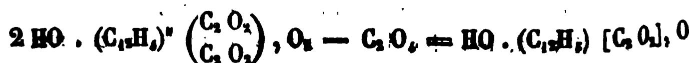
$$2\,HO\,.\,(C_6H_6)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2 - C_2O_4 = HO\,.\,(C_6H_7)\,[C_2O_2],O$$

Acido pirotartrico — Acido butilico



$$2\,HO\,.\,(C_8H_8)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2 - C_2O_4 = HO\,.\,(C_8H_9)\,[C_2O_2],O$$

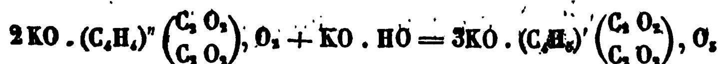
Acido adipico — Acido valerianico



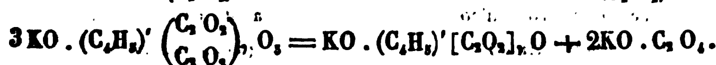
$$2\,HO\,.\,(C_{12}H_4)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2 - C_2O_4 = HO\,.\,(C_{12}H_5)\,[C_2O_2],O$$

Acido ftalico — Acido benzoico

È probabile che queste trasformazioni si possano effettuare scaldando gli acidi bibasici con un eccesso d'idrato di potassa fino ad una certa temperatura, la quale naturalmente non deve raggiunger quella alla quale gli acidi monobasici che potrebbero risultarne vengono scomposti dall' idrato alcalino. Forse questi acidi bibasici in un primo stadio della reazione assimilano gli elementi di un atomo d' acqua, per cui dall'acido succinico p. e. risulterebbe prima un acido tribasico della composizione $3HO \cdot (C_4H_5)' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_3$ il quale nel secondo stadio della reazione ad una temperatura più elevata si scinderebbe in acido propionico ed acido carbonico:



$$2KO \cdot (C_4H_4)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2 + KO \cdot HO = 3KO \cdot (C_4H_5)' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_3$$

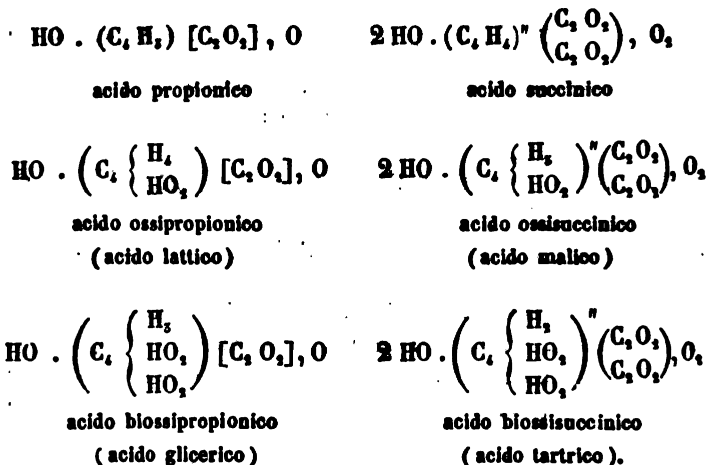


$$3KO \cdot (C_4H_5)' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_3 = KO \cdot (C_4H_5)' [C_2O_2]'', O + 2KO \cdot C_2O_4.$$

La composizione dell' acido solfosuccinico, della quale parlerò in seguito, conferma l' idea che esistano dei composti derivanti da tre atomi d' acido carbonico. A questi appartiene probabilmente l' acido citrico che si può supporre derivato da $\begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix} O_6$ per la sostituzione di tre atomi d' ossigeno con un atomo del radicale ossigenato triatomico $C_6H_5O_2$ (ossilipile); acido citrico $= 3HO \cdot (C_6H_5O_2)''' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_3$; come pure l'acido aconitico che si distingue da quest' ultimo nel contenere due atomi d' acqua di meno: $3HO \cdot (C_6H_3)''' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_3$.

Dietro questa ipotesi l' acido itaconico, acido bibasico che si forma dall' acido aconitico per eliminazione d' acido carbonico, si dovrebbe considerare composto secondo la formula; $2HO \cdot (C_6H_4)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}, O_2$; per cui avrebbe una composizione analoga a quella dell' acido succinico.

E qui si osservi pure di passaggio che anche l'acido malico e tartrice si possono considerare in egual modo come derivati da due atomi d'acido carbonico, ed anzi come prodotti di sostituzione dell'acido succinico, col quale probabilmente hanno lo stesso rapporto che l'acido ossipropionico (lattico) e l'acido biossipropionico (glicerico) hanno coll'acido propionico:



$$HO\ .\ (C_4H_5)\ [C_2O_2],\ O \qquad 2HO\ .\ (C_4H_4)''\begin{pmatrix}C_2O_2\\C_2O_2\end{pmatrix},\ O_2$$

acido propionico — acido succinico

$$HO\ .\ \left(C_4\begin{cases}H_4\\HO_2\end{cases}\right)[C_2O_2],\ O \qquad 2HO\ .\ \left(C_4\begin{cases}H_3\\HO_2\end{cases}\right)''\begin{pmatrix}C_2O_2\\C_2O_2\end{pmatrix},\ O_2$$

acido ossipropionico (acido lattico) — acido ossisuccinico (acido malico)

$$HO\ .\ \left(C_4\begin{cases}H_3\\HO_2\\HO_2\end{cases}\right)[C_2O_2],\ O \qquad 2HO\ .\ \left(C_4\begin{cases}H_2\\HO_2\\HO_2\end{cases}\right)''\begin{pmatrix}C_2O_2\\C_2O_2\end{pmatrix},\ O_2$$

acido biossipropionico (acido glicerico) — acido biossisuccinico (acido tartrico).

La sola esperienza può decidere fino a qual punto siano giuste queste ultime ipotesi. Il mio assistente Dott. Schmitt si sta appunto occupando di questo soggetto.

Dei corpi organici derivanti dai composti inorganici solforati.

Fra i derivati organici dell'acido solforico che fin qui conosciamo, non vi sono, si può dire, che quelli i quali hanno con esso quello stesso rapporto che gli acidi alcolici, gli acetoni e gli acidi analoghi all'acido succinico hanno coll'acido carbonico:



all'acido $[C_2O_4],\ O_2$ (acido carbonico) corrisponde l'acido $[S_2O_4],\ O_2$ (acido solforico)

all'acido $HO.(C_4H_5)[C_2O_2],O$ corrisp. l'ac. $HO.(C_4H_5)[S_2O_4],O$

acido propionico — acido etilesolforico

all'acetone $\left.\begin{matrix}C_4H_5\\C_4H_5\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O$ — $\left.\begin{matrix}C_4H_5\\C_4H_5\end{matrix}\right\}[S_2O_4],O$

acetone propionico — ancora ignoto

all'ac. $2HO.(C_4H_4)''\begin{pmatrix}C_2O_2\\C_2O_2\end{pmatrix},O_2$ corrisp. l'ac. $2HO.(C_4H_4)''\begin{pmatrix}S_2O_4\\S_2O_4\end{pmatrix},O_2$

acido succinico — acido bisolfoetolico

Inoltre

a $HO.(C_{12}H_5)[C_2O_2],O$ corrisponde $HO.(C_{12}H_5)[S_2O_4],O$

acido benzoico — acido fenilesolforico,

a $\left.\begin{matrix}C_{12}H_5\\C_{12}H_5\end{matrix}\right\}[C_2O_2]$ » $\left.\begin{matrix}C_{12}H_5\\C_{12}H_5\end{matrix}\right\}[S_2O_4],O$

acetone benzoico — solfobenzide

a $2HO.(C_{12}H_4)''\begin{pmatrix}C_2O_2\\C_2O_2\end{pmatrix},O_2$ » $2HO.(C_{12}H_4)''\begin{pmatrix}S_2O_4\\S_2O_4\end{pmatrix},O_2$

acido ftalico — acido bisolfobenzolico.

Il parallelismo fra i derivati dell'acido carbonico e dell'acido solforico si manifesta pure in altre combinazioni:

a $HO.\left(C_4\left\{\begin{matrix}H_4\\Cl\end{matrix}\right.\right)[C_2O_2],O$ corrisponde $HO.\left(C_4\left\{\begin{matrix}H_4\\Cl\end{matrix}\right.\right)[S_2O_4],O$

acido cloropropionico — acido cloretilesolforico

a $HO.\left(C_4\left\{\begin{matrix}H_4\\H_2N\end{matrix}\right.\right)[C_2O_2],O$ » $HO.\left(C_4\left\{\begin{matrix}H_4\\H_2N\end{matrix}\right.\right)[S_2O_4],O$

acido amidopropionico (alanina) — acido amido-etilesolforico (taurina)

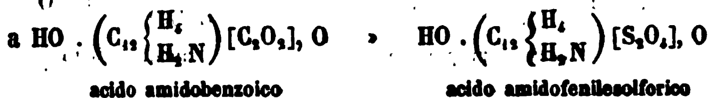
a $HO.\left(C_4\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right.\right)[C_2O_2],O$ » $HO.\left(C_4\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right.\right)[S_2O_4],O$

acido ossipropionico (acido lattico) — acido ossietilesolforico (acido isetionico)



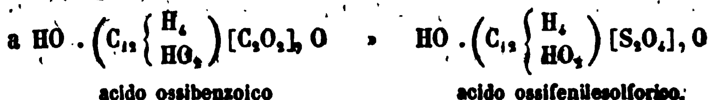
a $HO . \left(\begin{matrix}C_{12}H_5\\H\end{matrix}\right\} N[C_2O_2], O$ corrisponde $HO . \left(\begin{matrix}C_{12}H_5\\H\end{matrix}\right\} N[S_2O_4], O$

acido carbanilidico — acido solfanilidico



a $HO . \left(C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\H_2N\end{matrix}\right.\right)[C_2O_2], O$ » $HO . \left(C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\H_2N\end{matrix}\right.\right)[S_2O_4], O$

acido amidobenzoico — acido amidofenilesolforico

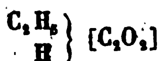


a $HO . \left(C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right.\right)[C_2O_2], O$ » $HO . \left(C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right.\right)[S_2O_4], O$

acido ossibenzoico — acido ossifenilesolforico.

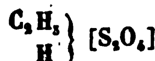
Queste comparazioni estese maggiormente ci fanno prevedere la scoperta di diversi nuovi composti. Così per citare un esempio, si può ammettere con una discreta probabilità che fra i derivati dell' acido solforico esistano dei composti della costituzione delle aldeidi e degli alcoli aventi la composizione seguente:

derivati da $[C_2O_2], O_2$ — derivati da $[S_2O_4], O_2$



$\left.\begin{matrix}C_4H_3\\H\end{matrix}\right\}[C_2O_2]$

aldeide

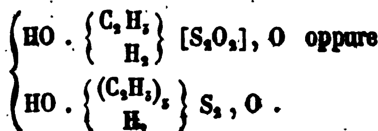


$\left.\begin{matrix}C_4H_3\\H\end{matrix}\right\}[S_2O_4]$



$HO . \left\{\begin{matrix}C_4H_3\\H_2\end{matrix}\right\} C_2, O$

alcole



$HO . \left\{\begin{matrix}C_4H_3\\H_2\end{matrix}\right\}[S_2O_2], O$ oppure

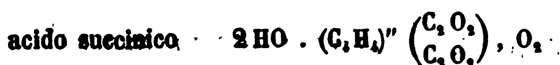
$HO . \left\{\begin{matrix}(C_4H_3)_2\\H_2\end{matrix}\right\} S_2, O$.

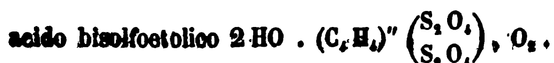
Il composto che descrissi, 14 anni or sono (1), sotto il nome di solfito di percloruro di carbonio: $C\,Cl_2 . SO_2$ non è altro che quel derivato dell' acido solforico in cui l' uno dei due atomi d' ossigeno fuori del radicale è stato sostituito dal metile triclorico, e l' altro da un atomo di cloro, cioè $(C_2Cl_3)[S_2O_4], Cl$. Il corpo stato descritto nel T. LIV. pag. 153 come solfito di cloruro di carbonio $C\,Cl . SO_2$ il quale però per la sua facile scomposizione non è stato isolato e che si ottiene dall' anzidetto

(1) *Annalen der Chemie*, etc. LIV; 148.

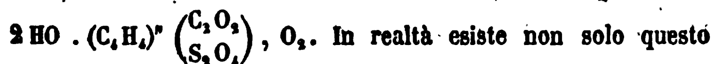
composto con diversi mezzi di riduzione, non è altro, io credo, che l'aldeide corrispondente all'acido triclorometilesolforico; la quale ipotesi spiega egualmente bene la sua formazione, non che il suo modo di comportarsi chimicamente col cloro e cogli alcali. Attualmente vo istituendo delle ricerche sul cloruro che si genera nel trattamento dell'acido fenilesolforico con cloruro di fosforo $(C_{12}H_5)$ $[S_2O_4]$, Cl cercando con appropriati mezzi di riduzione di trasformarlo nel corrispondente corpo simile all'aldeide, avente la composizione $\left.\begin{matrix}C_{12}H_5\\H\end{matrix}\right\}[S_2O_4]$.

Ho disopra già espressa l'idea (pag. 177 e pag. 181) che l'acido succinico derivi da due atomi d'acido carbonico, e l'acido bisolfoetolico da due atomi d'acido solforico;

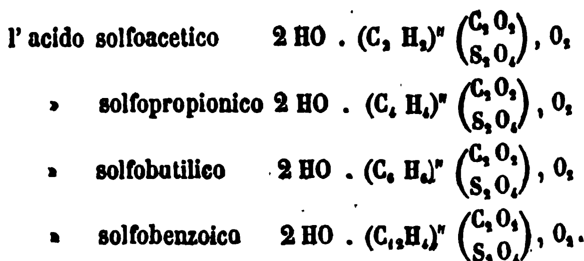

acido succinico $2\,HO\,.\,(C_4H_4)''\begin{pmatrix}C_2O_2\\C_2O_2\end{pmatrix},O_2$


acido bisolfoetolico $2\,HO\,.\,(C_4H_4)''\begin{pmatrix}S_2O_4\\S_2O_4\end{pmatrix},O_2$.

Il primo acido contiene il doppio radicale quadriatomico $\begin{pmatrix}C_2O_2\\C_2O_2\end{pmatrix}$; l'altro contiene il doppio radicale $\begin{pmatrix}S_2O_4\\S_2O_4\end{pmatrix}$ che ha un valore eguale. Si comprende facilmente che non si porterebbe alcun cangiamento nella capacità di saturazione quando nel doppio radicale $\begin{pmatrix}C_2O_2\\C_2O_2\end{pmatrix}$ si sostituisce un C_2O_2 per mezzo di S_2O_4. Ne risulterebbe allora un acido bibasico della composizione:


$2\,HO\,.\,(C_4H_4)''\begin{pmatrix}C_2O_2\\S_2O_4\end{pmatrix},O_2$. In realtà esiste non solo questo composto, ma ancora un'intiera serie d'acidi d'una composizione analoga. Ad essa appartengono (1):

(1) Abbandonai la mia prima ipotesi intorno alla composizione di questi corpi (V. *Annalen der Chemie* etc., CI. 262).



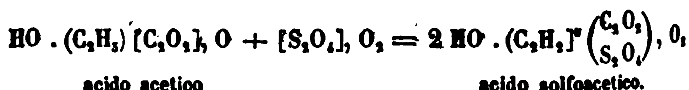
l'acido solfoacetico $2HO \cdot (C_2H_2)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ S_2O_4 \end{pmatrix}, O_2$

» solfopropionico $2HO \cdot (C_4H_4)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ S_2O_4 \end{pmatrix}, O_2$

» solfobutilico $2HO \cdot (C_6H_6)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ S_2O_4 \end{pmatrix}, O_2$

» solfobenzoico $2HO \cdot (C_{12}H_4)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ S_2O_4 \end{pmatrix}, O_2$.

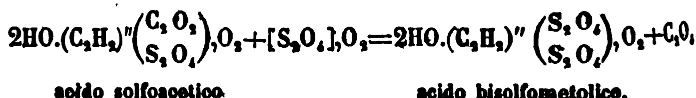
Questi composti non si ottennero finora dai corrispondenti acidi bibasici contenenti il doppio radicale $\begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}$, ma dai rispettivi acidi monobasici, acetico, propionico, butilico, benzoico, trattando i medesimi con acido solforico:



$$HO \cdot (C_2H_3)[C_2O_2], O + [S_2O_4], O_2 = 2HO \cdot (C_2H_2)'' \begin{pmatrix} C_2O_2 \\ S_2O_4 \end{pmatrix}, O_2$$

acido acetico — acido solfoacetico.

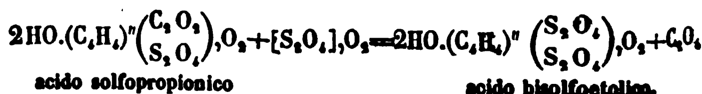
La trasformazione che subisce l'acido solfoacetico sotto l'azione prolungata dell'acido solforico nelle quali condizioni, secondo le osservazioni di Buckton e Hofmann, si converte in acido bisolfometolico, consiste in una semplice sostituzione di C_2O_2 nel doppio radicale per mezzo di S_2O_4, come esprime l'equazione seguente:



$$2HO.(C_2H_2)''\begin{pmatrix} C_2O_2 \\ S_2O_4 \end{pmatrix},O_2+[S_2O_4],O_2=2HO.(C_2H_2)''\begin{pmatrix} S_2O_4 \\ S_2O_4 \end{pmatrix},O_2+C_2O_4$$

acido solfoacetico — acido bisolfometolico.

La genesi dell'acido bisolfotolico dall'acido solfopropionico si effettua nello stesso modo:

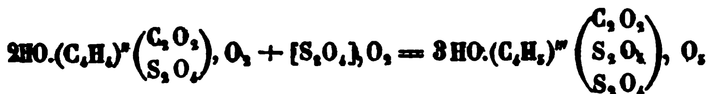


$$2HO.(C_4H_4)''\begin{pmatrix} C_2O_2 \\ S_2O_4 \end{pmatrix},O_2+[S_2O_4],O_2=2HO.(C_4H_4)''\begin{pmatrix} S_2O_4 \\ S_2O_4 \end{pmatrix},O_2+C_2O_4$$

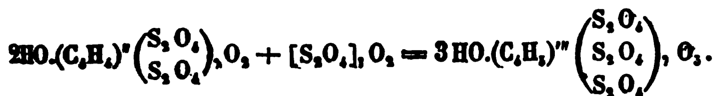
acido solfopropionico — acido bisolfoetolico.

Continuando nel trattamento coll'acido solforico è probabile che da questi acidi bibasici si formino pure dei nuovi acidi

tribasici, supposto ben inteso che l' azione dell' acido solforico sull' acido solfopropionico e biselfoetolico sia quella stessa per la quale l' acido propionico si muta in acido solfopropionico, e ciò secondo le equazioni seguenti:

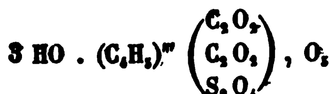


acido solfopropionico

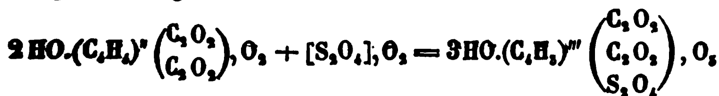


acido bisolfoetolico.

Questi due acidi tribasici non sono stati finora ottenuti: però conosciamo un corpo di una composizione del tutto simile, e questo è l' acido solfosuccinico:



la cui formazione dagli acidi succinico e solforico è intieramente analoga alla supposta conversione dell' acido solfopropionico nel detto acido tribasico ancora ignoto, come esprime l' equazione seguente:



acido succinico acido solfosuccinico.

La composizione dell' acido solfosuccinico mi sembra somministrare un forte argomento che conferma ciò che dissi a pag. 179, cioè la possibilità dell' esistenza di acidi tribasici di una costituzione analoga derivanti da tre atomi d' acido carbonico ai quali forse appartiene l' acido citrico.

Ai derivati organici dell' acido solforoso $2HO[S_2O_2], O_2$ appartiene l'acido metilesolforoso di Hobson: $HO.(C_2H_3)[S_2O_2], O$. L' acido $HO.(C_4H_5)[S_2O_4], O$ che si genera dall' acido solforoso e dallo zinchetile nelle stesse condizioni e che Hobson chiama acido etiletritionico, si deve riferire al composto ancora ignoto $2HO.[S_2O_4], O_2$.

I composti del seleniometile e del tellurometile sono evidentemente dei derivati dell' acido selenioso e telluroso nei quali l' ossigeno del radicale è sostituito dal metile:

acido telluroso. . . .	$[TeO_2], O_2$
telluro-metile	$[Te(C_2H_3)_2]$
ossido telluro-metilico .	$[Te(C_2O_3)_2], O_2$
ioduro telluro-metilico .	$[Te(C_2H_3)_2], I_2$

Corpi organici derivati dai composti inorganici formati dagli elementi del gruppo dell' azoto.

L' analogia che hanno i composti inorganici dell' azoto, del fosforo, dell' arsenico e dell' antimonio si manifesta forse, come è noto, in maggior grado nei loro derivati organici, i quali hanno con essi lo stesso rapporto che gli acidi degli alcoli e gli alcoli coll' acido carbonico e l' etilene coll' ossido di carbonio. Essi pure si possono in gran parte rapportare a due tipi inorganici, cioè, volendo scegliere per tali i composti ossigenati inorganici, si possono riferire a NO_3, PO_3, AsO_3, SbO_3 (o ancora a H_3N, H_3P, H_3As, H_3Sb) e ai composti NO_5, PO_5, AsO_5, SbO_5.

I derivati di H_3N, H_3P, H_3As, H_3Sb, cioè le amine, le amidi, non che le fosfine, le arsine, e le stibine alle quali ultime appartiene la trimetilefosfina $(C_2H_3)_3P$, la trietilearsina $(C_4H_5)_3As$ e la trietilestibina $(C_4H_5)_3Sb$, furono esaminati da Hofmann in un' estesa Memoria pubblicata recentemente (1). Io però non posso accettare in tutti i punti le sue idee.

Quando da acido acetico e da ammoniaca si forma aceta-

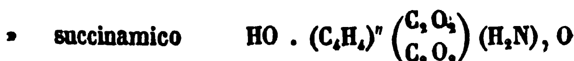
(1) *On Ammonia and its derivatives*, London 1859.

mide, si possono verificare due casi per ciò che riguarda il modo con cui si genera questo prodotto. O si conserva il tipo acido carbonico dal quale l'acido acetico deriva, oppure il medesimo rientra in quello dell'ammoniaca, ed allora nell'acetamide predomina il tipo ammoniaca. La prima ipotesi si trova espressa nella formula (C_4H_3) $[C_2O_2]$, Ad $(Ad = H_2N)$, la quale significa che la combinazione ha una composizione analoga a quella del cloruro d'acetile (C_2H_3) $[C_2O_2]$, Cl. Ammettendo la seconda ipotesi la costituzione dell'acetamide si esprimerebbe colla formula : $\left.\begin{matrix}(C_2H_3)\ [C_2O_2] \\ H_2\end{matrix}\right\}N$. Quest'ultima maniera di considerare il composto è quella che generalmente si ritiene come esatta.

Non è più così nella trasformazione degli acidi bibasici in acidi amici. In questi ultimi si vede chiaramente che il tipo ammoniaca è passato a quello dell'acido. L'acido succinamico non ha la stessa costituzione dell'ammoniaca o dell'idrato d'ammonio, ma quella dell'acido succinico, essendosi formato da quest'ultimo semplicemente per lo scambio avvenuto fra l'uno dei due atomi d'ossigeno fuori del radicale ed un atomo d'amide, e perciò non è più un acido bibasico, ma monobasico:



acido succinico $2HO\ .\ (C_4H_4)''\begin{pmatrix}C_2O_2\\C_2O_2\end{pmatrix},\ O_2$

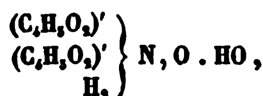


» succinamico $HO\ .\ (C_4H_4)''\begin{pmatrix}C_2O_2\\C_2O_2\end{pmatrix}(H_2N),\ O$

Molti chimici ammettono che l'acido succinamico abbia la composizione espressa dalla formula $[C_8H_4O_4]''\left.\begin{matrix}H_2N\\H\end{matrix}\right\}O$, la quale ha lo stesso significato che l'espressione: $\left.\begin{matrix}[C_8H_4O_4]''\\H_2\end{matrix}\right\}N, O.HO$; considerano cioè quest'acido come un composto derivato da ossido d'ammonio, il quale contiene il radicale biatomico $(C_8H_4O_4)$ al posto di due atomi d'idrogeno dell'ammonio.

Questa maniera di considerare il composto mi pare che

non spieghi perchè gli acidi bibasici, e non i monobasici anch'essi, diano degli acidi amici, perchè p. e. non esista un acido amico della composizione:



$$\left.\begin{matrix}(C_4H_3O_2)'\\(C_4H_3O_2)'\\H_2\end{matrix}\right\}N, O\,.\,HO,$$

il quale non differirebbe dall'acido succinamico che nel contenere due atomi d'acetile, monoatomico, al posto del succinile, biatomico. Io non posso quindi trovarmi d'accordo con quei chimici, i quali considerano gli acidi amici come un idrato d'ammonio, ma li considero come derivati degli acidi primarj, nei quali l'amide o le amidi organiche composte sostituiscono un atomo (negli acidi tribasici sostituiscono anche due atomi) dell'ossigeno fuori del radicale. Per conseguenza l'acido citrico come tribasico deve somministrare due acidi amici, l'uno bibasico, e l'altro monobasico, quali infatti s'incontrano nell'acido citranilidico, acido bibasico, e nell'acido citrobianilidico che è monobasico:

$2\,HO\,.\,[C_8H_4O_4]'', O_2$	acido	succinico
$HO\,.\,[C_8H_4O_4]'', (H_2\,N)\,O$	»	succinamico
$HO\,.\,[C_8H_4O_4]'', \left(\left.\begin{matrix}C_{12}H_5\\H\end{matrix}\right\}N\right)O$	»	succinanilidico
$3\,HO\,.\,[C_{12}H_5O_8]''', O_3$	»	citrico
$2\,HO\,.\,[C_{12}H_5O_8]''', (H_2\,N)\,O_2$	»	citramico (ignoto)
$2\,HO\,.\,[C_{12}H_5O_8]''', \left(\left.\begin{matrix}C_{12}H_5\\H\end{matrix}\right\}N\right)O_2$	»	citranilidico
$HO\,.\,[C_{12}H_5O_8]''', (H_2\,N)_2\,O$	»	citrobiamico
$HO\,.\,[C_{12}H_5O_8]''', \left(\left.\begin{matrix}C_{12}H_5\\H\end{matrix}\right\}N\right)O$	»	citrobianilidico
$HO\,.\,[C_{12}H_5O_8]''', (C_{12}H_5N)''\,O$	»	citranilico.

Se si guarda al carattere chimico delle amidi che derivano dagli acidi polibasici, si acquista la certezza che queste, in op-

posizione agli acidi amici corrispondenti, appartengono al tipo ammoniaca. Perciò quando l'ossigeno che è fuori del radicale si muta cogli elementi di altrettanti atomi d'amide, anilide, ec., il primitivo tipo dell'acido passa al tipo dell'ammoniaca.



$\left.\begin{matrix}(C_8 H_4 O_4)'' \\ H_4\end{matrix}\right\} N_2$ succinamide



$\left.\begin{matrix}(C_8 H_4 O_4)'' \\ (C_{12} H_5)_2 \\ H_2\end{matrix}\right\} N_2$ bifenilesuccinamide



$(C_8 H_4 O_4)''_3 \quad N_2$ trisuccinamide



$\left.\begin{matrix}(C_{12} H_5 O_8)''' \\ H_6\end{matrix}\right\} N_3$ citrilamide



$\left.\begin{matrix}(C_{12} H_5 O_8)''' \\ (C_{12} H_5)_3 \\ H_3\end{matrix}\right\} N_3$ citriletrifenilamide.

Relativamente all'inammissibilità dell'ipotesi che gli acidi amidici p. e. l'acido amidobenzoico e amidopropionico siano da considerarsi come acidi amici nello stesso senso che gli acidi ossamico e succinamico, ho già espressa la mia opinione nell'esame che feci delle idee di Wurtz intorno alla bibasicità dell'acido lattico.

Nello stesso modo che quando l'ossigeno esistente fuori *del radicale* dell'acido carbonico o solforico viene sostituito da *radicali biatomici* o triatomici, diversi atomi di questi acidi *medesimi* sono obbligati a riunirsi fra loro generando in tal modo degli acidi polibasici, così nelle medesime circostanze diversi atomi d'ammoniaca fondendosi insieme producono le così dette biamidi e triamidi. Molte di queste sono corpi indifferenti, specialmente quelle che contengono dei radicali acidi ossigenati al posto dell'idrogeno. Ma quelle che son capaci di combinarsi cogli idracidi per formare dei sali o cogli elementi dell'acqua per fare degli ossidi basici, si prevede che prendono due atomi

d'idrácido e d'acqua. A questa specie di composti che ne risultano appartengono:


$\left.\begin{matrix}(C_4H_4)'' \\ H_6\end{matrix}\right\} N_2, Cl_2$ cloruro di biammonio-etilene


$\left.\begin{matrix}(C_4H_4)''_2 \\ H_4\end{matrix}\right\} N_2, Cl_2$ cloruro di biammonio-bietilene


$\left.\begin{matrix}(C_4H_4)''_3 \\ H_2\end{matrix}\right\} N_2, Cl_2$ cloruro di biammonio-trietilene


$\left.\begin{matrix}(C_4H_4)'' \\ (C_4H_5)_2 \\ H_4\end{matrix}\right\} N_2, Cl_2$ cloruro di biammonio-etilene-bietile


$\left.\begin{matrix}(C_4H_4)''_2 \\ (C_4H_5)_2 \\ H_2\end{matrix}\right\} N_2, Cl$ cloruro di biammonio-bietilene-bietile


$\left.\begin{matrix}(C_4H_4)''_2 \\ (C_4H_5)_2 \\ H_2\end{matrix}\right\} N_2, O_2$ ossido di biammonio-bietilene-bietile


$\left.\begin{matrix}(C_4H_4)'' \\ (C_4H_5)_2 \\ (C_{12}H_5)_2 \\ H_2\end{matrix}\right\} N_2, I_2$ Ioduro di biammonio-etilene-bietile-bifenile.

L'osservare che fra gli acidi derivanti da due atomi d'acido carbonico e generati dallo scambio avvenuto fra due atomi dell'ossigeno estraneo al radicale ed un radicale biatomico, non vi ha alcun acido che sia bibasico, ci dimostra quanto poco sia fondato l'ammettere che a fianco dei composti biatomici derivanti da due atomi d'ammeniaca ne esistono ancora di quelli di cui gli ammonj siano monoatomici. Io non posso adunque dividere l'opinione che le uree, la melanilina ed altre ammoniache contenenti due atomi d'azoto siano vere biamine: con-

sidero le medesime piuttosto come monoamine in cui l'uno dei tre atomi primarj d' idrogeno è sostituito da un ammonio.



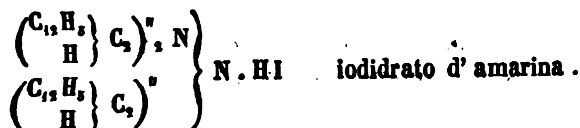






A queste monoamine contenenti due atomi d' azoto appartiene pure l' amarina, mentre l' isomera idrobenzamide da cui si forma per un cangiamento nella disposizione degli elementi, è una vera biamina come dimostrò Borodine (1) in un modo decisivo:



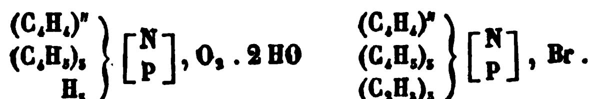


Per lo stesso motivo non considero con Hofmann la chiaretina come una triamina, poichè essa fissa soltanto un atomo d' acido cloridrico, ec. Ma quale sia la sua composizione razionale, non si può finora decidere.

Ammettendo l' ipotesi suaccennata che nel doppio radicale

(1) *Annalen der Chemie* etc. cx, 78 e seg.

$\begin{pmatrix} C_2O_2 \\ C_2O_2 \end{pmatrix}$ un atomo C_2O_2 possa venir sostituito da un altro radicale analogo ed equivalente come S_2O_4, dal che si formi il doppio radicale $\begin{pmatrix} C_2O_2 \\ S_2O_4 \end{pmatrix}$, si viene in certo modo ad ammettere eziandio che nel doppio radicale $\begin{pmatrix} N \\ N \end{pmatrix}$ delle vere biamine un atomo N possa lasciarsi sostituire da un altro elemento analogo, p. e. dal fosforo. In realtà Hofmann seguitando le sue geniali ricerche sull' ammoniaca ottenne recentemente delle combinazioni di questa composizione, cioè l' idrato di biossido e il bibromuro:



$$\left.\begin{matrix} (C_4H_4)'' \\ (C_4H_5)_2 \\ H_2 \end{matrix}\right\} \begin{bmatrix} N \\ P \end{bmatrix}, O_2 \,.\, 2\,HO \qquad \left.\begin{matrix} (C_4H_4)'' \\ (C_4H_5)_2 \\ (C_2H_3)_2 \end{matrix}\right\} \begin{bmatrix} N \\ P \end{bmatrix}, Br\,.$$

I corpi H_3N, H_3P, H_3As e H_3Sb e i loro derivati metilici, etilici, ec. sono, come il carbonile $[C_2O_2]$, dei radicali biatomici, e simili a questi ultimi possono prendere due atomi d' ossigeno o due atomi di cloro e così via via, oppure due atomi di elementi eterogenei monoatomici, p. e. un atomo d' idrogeno e un atomo d' ossigeno, oppure un atomo d' etile e un atomo d' iodio. Ai composti della prima specie appartengono:

l' ossido di trietileazoto	$(C_4H_5)_3\,N,\ O_2$	(ignoto)
» di trietilefosforo	$(C_4H_5)_3\,P,\ O_2$	
» di trietilearsenico	$(C_4H_5)_3\,As,\ O_2$	
» di trietileantimonio	$(C_4H_5)_3\,Sb,\ O_2$.	

Sono composti della seconda specie:

l' idrato d' ossido di tetrametileazoto	$(C_2H_3)_4\,N\ ,\ O\ .\ HO$
l' ioduro di tetrametilefosforo	$(C_2H_3)_4\,P\ ,\ I$
l' ioduro di tetraetilearsenico	$(C_4H_5)_4\,As,\ I$
l' idrato d' ossido di tetraetileantimonio	$(C_4H_5)_4\,Sb,\ O\ .\ HO$.

Questi ultimi si possono rapportare alla composizione degli

acidi monobasici nitrico (NO_4) O, fosforico (PO_4) O ec., supponendo che i quattro atomi d' ossigeno del radicale siano sostituiti da un egual numero di elementi positivi.

Se parimente nei composti paralleli $[NO_2]$, O, $[PO_2]$, O, $[AsO_2]$, O e $[SbO_2]$ O, gli atomi dell' ossigeno del radicale si sostituiscono con radicali positivi, p. e. con metile o amile, ne risultano i corpi seguenti, i quali a dir vero sono in parte ancora sconosciuti:

$(C_2H_3)_2N$, O	(sconosciuto)
$(C_2H_3)_2P$, O	(id.)
$(C_2H_3)_2As$, O	ossido di bimetilearsenico
$(C_{10}H_{11})_2Sb$, O	ossido di biamileantimonio.

È rimarchevole che l' ossido di bimetilearsenico (ossido di cacodile) quando assorbe due atomi d' ossigeno non si converte, come dovremmo aspettarci, in un acido tribasico: $3HO \,.\, (C_2H_3)_2$ As, O_3, ma in un composto monobasico che è l' acido cacodilico: $HO \,.\, (C_2H_3)_2 \, [AsO_2]$, O. Questi due atomi d' ossigeno entrano adunque nel radicale, e quindi l' acido cacodilico sta col tribasico acido arsenico in quello stesso rapporto in cui sta il monobasico acido acetico col bibasico acido carbonico:



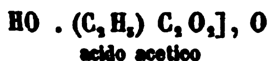
$2HO \,.\, [C_2O_2], O_2$

acido carbonico



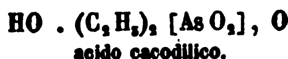
$3HO \,.\, [AsO_2], O_3$

acido arsenico



$HO \,.\, (C_2H_3)\; C_2O_2], O$

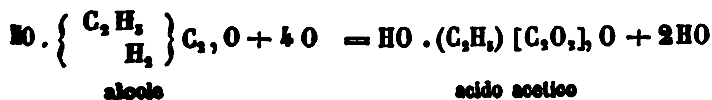
acido acetico



$HO \,.\, (C_2H_3)_2\, [AsO_2], O$

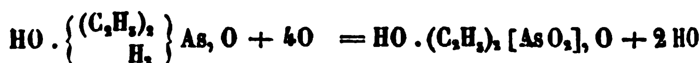
acido cacodilico.

Possiamo dire fin d' ora che il corpo ancora ignoto $HO \,.\, \left.\begin{matrix}(C_2H_3)_2\\ H_2\end{matrix}\right\}$ As, O, cioè l' idrato d' ossido di bimetilearsenico per mezzo dell' ossidazione devesi convertire in acido cacodilico, nella stessa guisa che l' alcole la cui costituzione è in certo modo analoga, genera acido acetico:



$$HO \,.\, \left\{\begin{matrix}C_2H_3\\ H_2\end{matrix}\right\} C_2, O + 4O = HO \,.\, (C_2H_3)\,[C_2O_2], O + 2HO$$

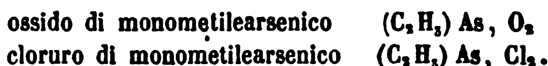
alcole — acido acetico



$$HO . \left\{ \begin{matrix} (C_2H_3)_2 \\ H_2 \end{matrix} \right\} As, O + 4O = HO . (C_2H_3)_2 [AsO_2], O + 2HO$$

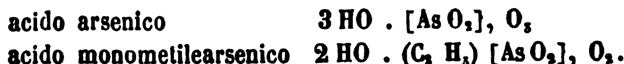
idrato di bimetilearsenico — acido cacodilico.

I composti del biatomico monoetilearsenico scoperti non ha molto da Bäyer si possono riferire all' acido arsenioso bibasico ancora ignoto [As O], O_2 nel quale l' atomo d' ossigeno faciente parte del radicale è sostituito dal metile, o si ponno anche considerare come derivati dell' acido tribasico As, O_3 parimente ancora ignoto, con cui avrebbero lo stesso rapporto che si trova fra l' acido idrofosforico, bibasico, e l' acido fosforico tribasico:



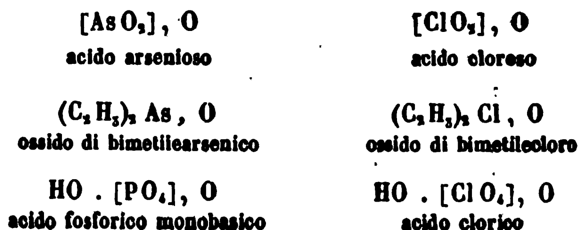
ossido di monometilearsenico (C_2H_3) As, O_2
cloruro di monometilearsenico (C_2H_3) As, Cl_2.

L' acido monometilearsenico deriva evidentemente dall' acido arsenico tribasico in cui l' uno dei tre atomi d' ossigeno esistente fuori del radicale è sostituito da un elemento positivo eterogeneo, il che fa sì che il composto che ne risulta è bibasico:



acido arsenico $3 HO . [As O_2], O_3$
acido monometilearsenico $2 HO . (C_2 H_3) [As O_2], O_2$.

Finora non si conoscono corpi organici derivati dai composti inorganici (dagli ossidi) degli alogeni: è però certo che col tempo verranno scoperti dei derivati p. e. dell' acido cloroso o dell' acido clorico, i quali per la loro composizione si devono comportare a riguardo di questi ultimi come l' ossido di bimetilearsenico coll' acido arsenioso e l' idrato di tetrametilefosforo coll' acido fosforico idrato:



$[As O_2], O$ acido arsenioso	$[Cl O_2], O$ acido cloroso
$(C_2 H_3)_2 As, O$ ossido di bimetilearsenico	$(C_2 H_3)_2 Cl, O$ ossido di bimetilecloro
$HO . [P O_4], O$ acido fosforico monobasico	$HO . [Cl O_4], O$ acido clorico


$HO \,.\, (C_2H_3)_4 P, O$
idrato di tetrametilefosforo


$HO \,.\, (C_2H_3)_4 Cl, O$
idrato di tetrametilecloro.

Parimente restano ancora a scoprirsi i derivati organici dei composti inorganici del boro e del silicio.

Le combinazioni organiche che contengono dei metalli, al pari dei derivati dell'acido carbonico, solforico, fosforico, ec. hanno i più intimi rapporti naturali cogli ossidi, coi cloruri, ec. inorganici, e si generano in gran parte da questi ultimi per sostituzione diretta:

I composti	*derivano dal tipo*
(C_4H_5) K	KO
(C_4H_5) Na	Na O
(C_4H_5) Zn	Zn O
$(C_4H_5)_3$ Bi	$Bi O_3$
(C_4H_5) $Bi O_2$	$Bi O_3$
$(C_4H_5)_2$ Pb	$Pb O_2$
$(C_4H_5)_3$ Pb_2, O	$Pb_2 O_4$
(C_4H_5) Hg	Hg O
(C_4H_5) Hg_2, O	$Hg_2 O_2$
$(C_4H_5)_2$ Sn	$Sn O_2$
(C_4H_5) Sn O	$Sn O_2$
ec.	ec.

Riferendo così come facciamo tutti i corpi organici alle combinazioni inorganiche dei radicali fondamentali i più comuni e più semplici, ci apriamo una via nella quale progredendo arriveremo a poco a poco ed in modo sicuro all' esatta conoscenza della composizione dei corpi chimici anche i più complicati della natura organica; laddove all' opposto gli sforzi di quelli che derivano tutte queste combinazioni dai soli quattro tipi, idrogeno, acido cloridrico, acqua ed ammoniaca, da composti che non hanno colla maggior parte dei corpi organici nè anco i più lontani rapporti naturali, guidarono semplicemente ad un giuoco di formule insignificanti.



Alla pag. 168, *ver. ultimo, invece della parola* approssimati, *deve dire* appropriati.

RICERCHE SULLA DISSIMETRIA MOLECOLARE DEI PRODOTTI ORGANICI NATURALI; LEZIONI PROFESSATE ALLA SOCIETA' CHIMICA DI PARIGI DAL SIG. M. L. PASTEUR (1).

Traduzione.

Lezione prima.

1

Alla fine dell'amno 1808, Malus annunciò che la luce riflessa da tutti i corpi opachi o diafani, acquistava nuove e straordinarie proprietà, le quali la distinguevano essenzialmente dalla luce che ci trasmettono direttamente i corpi luminosi.

Malus chiamò *polarizzazione* la modificazione che la luce subisce nel momento della sua riflessione. In seguito si distinse col nome di *piano di polarizzazione* del raggio, il piano medesimo di riflessione, cioè il piano passante pel raggio incidente e la normale alla superficie riflettente.

Malus non limitò a queste le sue scoperte sulla luce polarizzata; si conosceva da lungo tempo che un raggio di luce diretta, si divide costantemente in due fasci bianchi e della medesima intensità passando attraverso di un romboide di carbonato di calce. Cosicchè la fiamma di un lume riguardata attraverso di un siffatto romboide apparisce sempre doppia e le due immagini hanno il medesimo splendore.

Huygens e Newton avevano già osservato che la luce, la quale ha attraversato un cristallo di spato d'islanda, non si diportava più come la luce diretta. Infatti se riguardiamo attraverso di un nuovo romboide l'una o l'altra delle due immagini anzidette del lume della candela: 1°. Non vi sarà sempre biforcazione del raggio; 2°. Quando vi ha biforcazione, le

(1) L'importanza di questo lavoro dell'illustre Autore, ci ha determinati ad inserirne qui per distesa la traduzione.

C.

due immagini non hanno la stessa intensità. La luce che ha traversato un cristallo birefrangente è dunque diversa dalla luce naturale o diretta. Ciò posto, Malus provò che la modificazione impressa alla luce dalla doppia refrazione era identica a quella che produce la riflessione alla superficie dei corpi opachi o diafani; in altri termini che i due raggi ordinario e straordinario forniti da un cristallo birefrangente, sono raggi polarizzati.

Malus ha stabilito con tanta lucidità sin dall'origine queste feconde scoperte, e nella esposizione accurata dei fatti si è servito di un linguaggio così preciso, che leggendo le sue Memorie, si giudicherebbero redatte jeri. Se non che la sorte non gli permise di proseguire nella sua opera; una morte prematura l'ha rapito alla scienza nel 1812 all'età di 37 anni. Per buona ventura due celebri fisici, giovani allora e pieni di attività, i signori Biot e Arago, ne raccolsero il retaggio, e non tardarono essi pure ad illustrarsi con scoperte famose nella nuova via che Malus aveva dischiusa alla scienza.

Nel 1811, Arago riconobbe che allorquando un raggio polarizzato traversa normalmente una lamina di cristallo di rocca tagliata perpendicolarmente al suo asse, se si analizza il raggio emergente per mezzo di un romboide di spato d'islanda, esso dà *costantemente due immagini* in qualunque posizione del romboide, e le due immagini sono colorate di tinte complementarie. Allorchè la grossezza dello spato è tale da non rendere possibile una intiera separazione dei due fasci, l'immagine è bianca dove essi si sovrappongono in parte.

Questa esperienza accennava una doppia anomalia alle leggi ordinarie nei cristalli birefrangenti. Ogni altro cristallo ad un asse tagliato normalmente a questo asse avrebbe fornito due immagini bianche invece delle colorate, e nelle due posizioni rettangolari del romboide analizzatore, le immagini si sarebbero ridotte ad una sola.

La conclusione di Arago fu, che i risultati della esperienza precedente sono precisamente quelli che seguirebbero supponendo che i raggi diversamente colorati del fascio bianco incidente, fossero all'uscire dalla lamina di quarzo, polarizzati in piani differenti.

Arago non si occupò più di questi sorprendenti fenomeni, di cui il sig. Biot presentò fino dal 1813 tutte le leggi fisiche isolandoli sagacemente da tutti gli altri, tra i quali Arago ha sembrato confonderli.

Il sig. Biot formò il raggio polarizzato successivamente con ciascuno dei raggi semplici dello spettro e trovò: che il piano di polarizzazione primitivo era deviato di un angolo proporzionale alla grossezza della lamina; che quest'angolo era differente per ciascun colore semplice e che andava crescendo con la refrangibilità secondo una legge determinata. Egli fece inoltre l'osservazione curiosissima che fra le lamine ottenute dai diversi aghi di quarzo, alcune vi erano che deviavano i piani di polarizzazione a destra, altre a sinistra seguendo le medesime leggi.

Ma la scoperta più importante dello stesso Fisico in questo genere di fenomeni, è senza dubbio, quella della deviazione impressa ai piani di polarizzazione da molti prodotti organici naturali, l'essenza di trementina, le soluzioni di zucchero, di canfora, d'acido tartarico. Il primo annunzio di questo fatto si trova nel Bullettino di Dicembre 1815 della Società Filomatica.

Per la piena intelligenza di questa Lezione noi dobbiamo particolarmente considerare la esistenza della proprietà rotatoria nell'acido tartarico e la mancanza di questa proprietà nell'acido paratatarico o racemico, isomero all'acido tartarico.

Esistono dunque prodotti organici liquidi o disciolti nell'acqua, i quali sono dotati della proprietà rotatoria, e rammentano sotto questo rapporto il quarzo cristallizzato e solido. Se non che è necessario di notare che quest'analogia col quarzo non era che apparente. Eravi nei due casi deviazione del piano di polarizzazione, ma i caratteri del fenomeno erano assai diversi.

Mi spiego: il quarzo devía, ma è d'uopo che esso sia cristallizzato; disciolto ed anche solido ma non cristallizzato non ha più azione. Di più, la cristallizzazione sola non basta; è necessario tagliarlo in lamine perpendicolari all'asse. Infatti se si provi ad inclinare un poco la lamina sulla direzione del raggio, l'azione diminuisce sino a rendersi nulla.

Lo zucchero devìa (e ciò che dico dello zucchero si verifica su tutti gli altri prodotti organici) ma è duopo che lo zucchero sia disciolto, ovvero che sia solido e amorfo come sarebbe lo zucchero d'orzo. Lo zucchero allo stato cristallino, non dà a divedere veruna azione.

Il tubo che contiene la soluzione di zucchero, può essere inclinato e la deviazione non cangia mantenendo costante la grossezza ed anche agitando vivamente il liquido per mezzo di un movimento di orologeria, il fenomeno si mantiene lo stesso.

Ond'è che il sig. Biot concluse sin da principio con pieno rigore, che l'azione esercitata dai corpi organici era un'azione molecolare, propria delle ultime loro particelle e dipendente dalla loro individuale costituzione. Nel quarzo, il fenomeno risulta dal modo di aggregazione delle sue particelle cristalline.

Questi sono i precedenti fisici, permettetemi di esprimermi così, delle ricerche di cui vi debbo ragionare. Ecco i loro precedenti mineralogici.

2.

L'emiedrìa è certamente una delle particolarità della cristallizzazione che è più facile di afferrare nella sua manifestazione esterna. Considerate, per esempio, una specie minerale cristallizzante nella forma cubica. Questa specie, come ognuno conosce, potrà rivestire diversi generi di forme determinate dalla legge di simmetria; legge sì naturale che può essere ricevuta come un assioma di fisica. Questa legge esprime: essendo dato un genere di forma, si ottengono tutti gli altri compatibili con quello, mediante un artifizio che consisterebbe a modificare, o a troncare, come diceva Ramé de Lisle, nello stesso tempo e nello stesso modo, le parti identiche. Si chiamano spigoli identici quelli che risultano dall'intersezione di faccie rispettivamente identiche intersecantesi sotto il medesimo angolo; e angoli solidi identici, quelli che sono formati da angoli diedri rispettivamente eguali e similmente disposti. Per esempio nel cubo non vi è che una sola specie di angoli solidi e una sola specie di spigoli. Che uno degli angoli solidi sia troncato da una faccia egualmente inclinata sulle tre faccie dell'angolo solido;

tosto gli altri sette angoli dovranno esserlo nel medesimo tempo da una faccia della medesima natura. Questo è appunto ciò che si riscontra nell'allume, nella galena ed in generale in tutte le specie cubiche.

Consideriamo ora un prisma retto a base romba. Gli otto spigoli delle basi sono identici. Se uno è troncato, i sette altri lo dovranno essere e nel medesimo modo. I quattro spigoli verticali sono di altra specie. Generalmente parlando essi non saranno troncati nel medesimo tempo in che lo sono quelli delle basi, e se anche lo fossero, lo sarebbero in modo diverso.

Questi soli esempii bastano per far bene concepire la legge di simmetria e la sua applicazione.

Ora non vi può essere difficoltà a farsi un'idea precisa della emiedria. L'esperienza ha mostrato già da lungo tempo, ed Haüy ne conosceva esempii celebri, che in un cristallo, la metà soltanto delle parti identiche è qualche volta modificata nel medesimo tempo e modo. Si dice che allora sussiste un'emiedria.

Così un cubo dovrebbe essere troncato, come abbiamo detto in tutti i suoi otto angoli solidi; ma in certi casi esso non lo è che in quattro. La boracite ci offre pure un esempio simile.

In queste circostanze, la modificazione ha luogo in modo tale che prolungando le quattro sezioni tanto da far sparire le faccie del cubo, si ottiene un tetraedro regolare.

Se la modificazione fosse applicata ai quattro angoli restanti, essa produrrebbe un altro tetraedro regolare identico e sovrapponibile al primo. Esso non ne differirebbe che per la sua posizione sul cubo.

Riprendiamo il nostro prisma retto troncato agli otto spigoli delle sue basi. Per certe specie la troncatura non si verifica che sopra la metà degli spigoli ed anche qui accade che le troncature effettuandosi sugli spigoli opposti a ciascuna base e in croce alle due estremità, prolungate convenientemente conducono a un tetraedro.

Vi sono anche in questo caso due tetraedri possibili, come abbiamo veduto pel cubo, diversamente collocati per rapporto al prisma, secondo che si conservi il tale o il tal altro gruppo delle quattro troncature; se non che qui i due tetraedri non

sono assolutamente identici. Sono tetraedri simmetrici che non possono sovrapporsi.

Queste nozioni bastano per farci concepire che cosa sia l'emiedria e ciò che dobbiamo intendere per faccie o forme emiedriche.

Ora il quarzo, di cui parlavamo poc'anzi, è una delle rare sostanze minerali tra cui Haüy ha riscontrato delle faccie emiedriche. Tutti conoscono la forma abituale di questo minerale, che è un prisma esagonale regolare sormontato da due piramidi a sei faccie. È evidente che gli angoli triedri situati alla base delle faccie della piramide sono identici e per conseguenza se uno di essi contiene una faccia, essa dovrebbe egualmente riprodursi su tutti gli altri. Questo è appunto ciò che accade per la faccia detta *rombifera* dai mineralogisti.

Ma Haüy ha osservato per il primo in certi campioni, una faccia differentissima da questa ch' egli ha indicata con la lettera x, la quale cade più da una parte che dall'altra senza essere doppia, come l'esigerebbe in questo caso la legge di simmetria. Un'altra particolarità assai curiosa di questi cristalli non era sfuggita ai cristallografi; e questa consiste che dessa faccia x s'inclina ora in un senso ora nell'altro. Haüy che aveva molta tendenza a dare a ciascuna varietà di una specie un epiteto proprio, aveva chiamato *plagiedra* la varietà del quarzo dotato della faccia x. Si distinsero dunque col nome di plagiedri destri i cristalli in cui le faccie x s'inclinano a destra (il cristallo essendo orientato in modo convenuto) e plagiedri sinistri i cristalli in cui la faccia x s' inclina in senso contrario.

Del resto, nulla vi ha di più variabile di questo carattere. Qui esiste, colà manca. Sopra un medesimo cristallo vi hanno degli angoli dotati della faccia x; altri invece che dovrebbero averla non l'hanno. Qualche volta si trovano delle faccie plagiedre a destra e a sinistra. Nondimeno tutti quelli che si sono dati allo studio dei cristalli, si accordano ad ammettere, essere nel quarzo una vera emiedria nei due sensi opposti.

A questo punto citerò un ravvicinamento assai ingegnoso dovuto al sig. John Herschell, comunicato alla Società reale di Londra nel 1820. Ho detto precedentemente che il sig. Biot

fece la osservazione importante che tra i campioni di quarzo che gli caddero sott'occhio, alcuni deviavano in un senso il piano della luce polarizzata, e gli altri in senso opposto. Ciò posto il sig. John Herschell mise in rapporto l'osservazione cristallografica di Haüy con l'osservazione fisica dovuta al signor Biot. L'esperienza confermò l'idea di una relazione di fatto tra i plagiedri destri e sinistri e il senso destro e sinistro delle deviazioni ottiche.

I campioni di quarzo che hanno in un medesimo senso la faccia x, deviavano pure nel medesimo senso il piano della luce polarizzata.

Tale è la esposizione dei fatti principali, che hanno preceduto le ricerche, di cui mi accingo a tracciarvi una succinta istoria.

3.

Allorquando cominciai a dedicarmi a qualche lavoro particolare, volli approfondire nello studio dei cristalli, giacchè io prevedeva che ne avrei ritratto dell'utile nelle mie ricerche di chimica. Il modo che mi parve più semplice fu quello di prendere per guida un lavoro piuttosto esteso sulle forme cristalline, di ripetere tutte le misure e di paragonare i miei risultati con quelli dell'Autore dell'opera stessa.

Nel 1841 il sig. de La Provostaye, la cui esattezza è conosciutissima, aveva pubblicato un bel lavoro intorno le forme cristalline dell'acido tartarico, dell'acido paratartarico e delle loro combinazioni saline. Io mi impossessai di questa Memoria; feci cristallizzare l'acido tartarico e i suoi sali e studiai le forme dei loro cristalli. Cammin facendo, m'accorsi che un fatto interessantissimo era sfuggito al dotto Autore di quella Memoria. Tutti i tartrati che io studiava mi offerivano indizii non dubbii di faccie emiedriche.

Questa particolarità delle forme dei tartrati non era molto evidente, e s'intende che sia così dal momento che si rifletta che nessuno se ne era accorto. Tutte le volte ch'essa si presentava con caratteri dubbiosi, io giungeva sempre a renderla più manifesta, ripetendo la cristallizzazione e modificando un poco le condizioni. Qualche volta i cristalli portavano, è vero,

tutte le faccie volute dalla legge di simmetria, ma l'emiedria vi era nondimeno accennata dallo sviluppo disegnale della metà delle faccie. Questo fatto si ravvisa, per esempio, nell'emetico ordinario. Bisogna convenire che la difficoltà di riconoscere l'emiedria è fatta maggiore dalle irregolarità sì frequenti dei cristalli, i quali non hanno mai l'agio necessario a svilupparsi. Di qui risultano le deformazioni, gli arresti di sviluppo in tale o in tale altro senso, le faccie soppresse per accidenti ec. Salvo circostanze eccezionali, la verificazione della emiedria, soprattutto nei cristalli dei laboratorii, esige uno studio attentissimo. Arroge: che quantunque la emiedria sia possibile in una forma, e benchè essa dipenda dalla struttura interna del corpo, può benissimo non essere dimostrata esteriormente, nello stesso modo che non troviamo su ciascun cristallo di specie cubica tutte le forme compatibili col cubo.

Ma comunque ciò avvenga, lo ripeto, io trovai i tartrati tutti emiedrici.

Questa osservazione sarebbe però rimasta sterile senza la seguente:

Sieno a, b, c i parametri della forma cristallina di un tartrato qualunque, α, β, γ gli angoli degli assi cristallografici. Questi angoli sono retti ordinariamente o poco obliqui. In oltre il rapporto di due parametri come a e b è presso a poco il medesimo nei diversi tartrati, qualunque sia la loro composizione, la loro quantità di acqua di cristallizzazione e la natura delle basi; γ solo differisce essenzialmente. Si riscontra una specie di semi-dimorfismo tra tutti i tartrati. Si direbbe che il gruppo tartratico domina e comprime un tipo di rassomiglianza tra queste diverse forme, malgrado la differenza degli altri elementi costituenti.

Da ciò si ricava che havvi qualche cosa di comune nelle forme di tutti i tartrati e che è possibile di orientarli similmente, prendendo per esempio quale carattere di posizione simile, la posizione degli assi α e β.

Ora se si confronti sopra tutti i prismi delle forme primitive dei tartrati, orientati nello stesso modo, la disposizione delle faccie emiedriche, si trova che questa disposizione è la medesima. Riassumiamo in poche parole questi risultati, i quali

sono stati il punto di partenza di tutte le mie ricerche ulteriori: i tartrati sono emiedrici e lo sono tutti nello stesso verso.

Con la triplice scorta: del fatto dell'esistenza della polarizzazione rotatoria molecolare scoperto dal sig. Biot nell'acido tartarico e in tutte le sue combinazioni, del ravvicinamento ingegnoso di Herschell che ho dianzi rammentato e delle sapienti vedute del sig. Delafosse, pel quale la emiedria è stata sempre una legge di struttura e non un accidente della cristallizzazione, io ne conclusi potervi essere una correlazione tra l'emiedria dei tartrati e la proprietà loro di deviare il piano della luce polarizzata.

Interessa di afferrar bene in questo punto la serie delle idee. Haüy e Weiss constatano che nel quarzo esistono faccie emiedriche e che queste faccie cadono verso destra in certi campioni, verso sinistra in altri. Dal canto suo, il sig. Biot trova che i cristalli di quarzo si distinguono in due gruppi dal lato delle loro proprietà ottiche, gli uni deviando a destra, gli altri a sinistra il piano della luce polarizzata, tutti però seguendo le medesime leggi. Interviene alla sua volta Herschell; collega questi due fatti rimasti sino allora isolati e dice: i plagiedri di un senso deviano in quel senso, i plagiedri dell'altro senso deviano in senso opposto. Infine io ritrovo che tutti i tartrati sono emiedrici e che lo sono tutti nel medesimo senso. Io doveva dunque presumere che in essi come nel quarzo esistesse una correlazione tra la emiedria e la polarizzazione circolare. Nondimeno le differenze essenziali che ho rammentate dianzi tra la polarizzazione circolare del quarzo e quella dell'acido tartarico non dovevano essere trascurate.

Eccoci dunque, mercè i nuovi fatti che precedono, e i ravvicinamenti loro che ho esposto, in possesso di una idea preconcepita (imperocchè essa non può ancora essere chiamata che così) sulla correlazione possibile della emiedria e del potere rotatorio dei tartrati.

Desiderosissimo di ricavare dalla esperienza un appoggio a questa prova tuttora intieramente speculativa, il mio primo pensiero si fu di ricercare se i numerosi prodotti organici cristallizzabili, i quali godono della proprietà rotatoria molecolare abbiano forme cristalline emiedriche, pensiero che non era surto

ad alcuno, malgrado il ravvicinamento di Herschell. Questo studio ebbe il successo che appunto io mi aspettava.

Mi occupai egualmente dell'esame delle forme cristalline dell'acido paracratico e de' suoi sali, che sono sostanze isomere delle combinazioni tartariche, ma che il sig. Biot aveva ritrovate tutte inattive sulla luce polarizzata. Nessuna mi si mostrò emiedrica.

L'idea di correlazione dell'emiedria e del potere rotatorio molecolare dei prodotti organici naturali, acquistava dunque più probabilità. Bentosto io fui in grado di metterla in evidenza con una scoperta inaspettata.

4.

È indispensabile che io vi sottoponga innanzi tutto una Nota interessante del sig. Mitscherlich, la quale fu comunicata all'Accademia delle Scienze dal sig. Biot. Eccone il testo: « Il « paratartrato e il tartrato (doppii) di soda e di ammoniaca « hanno la medesima composizione chimica, la medesima for- « ma cristallina coi medesimi angoli, il medesimo peso speci- « fico, la stessa doppia refrazione e per conseguenza il mede- « simo angolo degli assi ottici. Disciolti nell'acqua, la loro re- « frazione è la medesima. Ma il tartrato disciolto gira il piano « della luce polarizzata e il paratartrato è indifferente, come « ha trovato il sig. Biot per tutta la serie di questi due generi « di sali. Ma (soggiunge il sig. Mitscherlich) *qui la natura e « il numero degli atomi, la loro disposizione e le loro distan- « ze, sono i medesimi nei due corpi paragonati* ».

Questa Nota del sig. Mitscherlich mi aveva vivamente preoccupato all'epoca della sua pubblicazione. Io era allora allievo della Scuola normale; meditava a mio bell' agio sugli studii sublimi della costituzione molecolare dei corpi, ed era pervenuto (almeno io lo credeva) a intendere bene i principii generalmente ammessi dai fisici e dai chimici. La Nota precedente turbava tutte le mie idee. Io mi diceva: qual precisione di dettagli! Vi sono forse due corpi meglio di questi studiati e paragonati nelle loro proprietà? D'altronde nello stato attuale della scienza, si concepiscono due sostanze così simili, senza essere identiche?

Il sig. Mitscherlich stesso ci dice quale era secondo lui la conseguenza di questa similitudine:

La natura, il numero, la disposizione e la distanza degli atomi sono gli stessi. Se è così che cosa diviene la definizione della specie chimica sì rigorosa, sì notabile al tempo in cui comparve, data dal sig. Chevreul? *Nei corpi composti la specie è una collezione di esseri identici per la natura, la proporzione e la disposizione degli elementi*.

Insomma la Nota del sig. Mitscherlich m'era rimasta in capo come una difficoltà di prim'ordine nella nostra maniera di considerare i corpi materiali.

Ora ciascuno intenderà che essendo preoccupato per le ragioni che ho detto, di una correlazione possibile tra la emiedria dei tartrati e la loro proprietà rotatoria, la Nota del sig. Mitscherlich del 1844 mi dovesse ritornare alla memoria. Io ho subito pensato: il sig. Mitscherlich deve essersi ingannato in un punto. Egli non avrà osservato che il suo tartrato doppio era emiedrico, e che il suo paratartrato non lo era: e se le cose sono così, i risultati della sua Nota non hanno nulla di straordinario; anzi io ne trarrò il migliore criterio della mia preconcetta idea intorno la correlazione dell'emiedria col fenomeno rotatorio.

Mi sono dunque affrettato di riprendere lo studio della forma cristallina dei due sali del sig. Mitscherlich, e trovai infatti che il tartrato era emiedro al pari di tutti gli altri tartrati che io aveva studiati precedentemente; ma, cosa strana, il paratartrato si mostrava egualmente emiedro. Se non che le faccie emiedriche che nel tartrato erano tutte dirette nel medesimo senso, s'inclinavano invece nel paratartrato ora a destra, ora a sinistra. Malgrado la parte inaspettata contenuta in questo risultato, la mia idea non fu punto scossa. Separai accuratamente i cristalli emiedri a destra da quelli emiedri a sinistra, ed osservai separatamente le loro dissoluzioni nell'apparecchio di polarizzazione. Mi accorsi allora con sorpresa mista a piacere che i cristalli emiedri a destra deviavano a destra il piano di polarizzazione e che i cristalli emiedri a sinistra lo deviavano a sinistra; inoltre che se io prendeva un peso eguale di ciascuna delle due qualità di cristallo, la soluzione mista era neu-

tra per la luce per effetto della neutralizzazione delle due deviazioni individuali eguali e dirette in senso contrario.

Prendendo per punto di partenza l'acido paratartrico, io ottengo nel modo ordinario il paratartrato doppio di soda e di ammoniaca, e la dissoluzione lascia deporre dopo qualche giorno dei cristalli che hanno tutti esattamente i medesimi angoli, il medesimo aspetto e tali insomma che il sig. Mitscherlich, il celebre cristallografo, malgrado uno studio più minuzioso e più severo che fare si possa, non aveva potuto ravvisarvi la menoma differenza. Nondimeno la disposizione molecolare negli uni e negli altri è affatto differente. Lo attesta tanto il potere rotatorio, quanto il modo di dissimetria dei cristalli. Le due specie di cristalli sono isomorfi, ed isomorfi col tartrato corrispondente; ma l'isomorfismo si presenta colà con una particolarità stata sin qui senza esempio; l'isomorfismo dei due cristalli dissimetrici si riguardi in uno specchio. Con questo confronto il fatto si appalesa meglio che con qualunque altra maniera, imperocchè se nell'una e nell'altra specie di cristalli, io suppongo prolungate le faccette emiedriche sino al loro mutuo incontro; ottengo due tetraedri simmetrici inversi, i quali non si possono sovrapporre malgrado la perfetta identità di tutte le loro parti rispettive. Da ciò ho dovuto concludere che io aveva separato con la cristallizzazione del paratartrato doppio di soda e di ammoniaca due gruppi atomici simmetricamente isomorfi e intimamente uniti nell'acido paratartarico. Nulla vi ha di più facile che provare, queste due specie di cristalli rappresentare due sali distinti fra loro e da cui si possono estrarre due acidi differenti.

Basta per ciò di operare come in tutti i casi simili, precipitare cioè ciascun sale con un sale di piombo o di barite e di isolare dopo gli acidi con l'acido solforico.

Lo studio di questi acidi offre un interesse immenso, ed io non conosco studio più interessante di questo.

Ma avanti di esporlo, permettetemi di dar qui qualche cenno intorno la loro scoperta.

5.

L'annunzio dei fatti che precedono mi mise naturalmente in relazione col sig. Biot, il quale non nascondeva qualche dub-

bio intorno la esattezza loro. Incaricato a renderne conto all'Accademia, egli mi chiamò nella sua abitazione, ond'io ripetessi sotto i suoi occhi l'esperienza decisiva, porgendomi un poco dell'acido paratartrico che egli stesso aveva preventivamente studiato con cura particolare e che era stato trovato da lui neutro rispetto alla luce polarizzata. Tosto io preparai in sua presenza il sale doppio con la soda e l'ammoniaca, che egli medesimo aveva mostrato desiderio di fornirmi.

Il liquido fu abbandonato in uno de' suoi gabinetti ad una evaporazione lenta ed allorchè se ne erano ritratti 30 o 40 grammi di cristalli, mi pregò di passare al Collegio di Francia affine di raccoglierli ed isolare sotto a' suoi occhi con la scorta del carattere cristallografico i cristalli destri e i cristalli sinistri, pregandomi di dichiarare di nuovo se io seguitava ad affermare che i cristalli che io collocava alla sua destra devierebbero a destra e quelli che io collocava alla sua sinistra devierebbero a sinistra. Ciò fatto egli mi disse che s' incaricava del resto. Egli preparò le soluzioni in proporzioni ben dosate, e nel momento di osservarle nell' apparato di polarizzazione, m'invitò di nuovo a recarmi nel suo gabinetto. Sperimentò dapprima su quella che doveva deviare a sinistra. Senza neppure prendere delle misure, all' aspetto soltanto delle tinte delle due immagini ordinaria e straordinaria dell' analizzatore, egli si accorse che vi era una forte deviazione a sinistra. Allora visibilmente commosso, l' illustre vecchio mi prese per mano e mi disse: *Mio caro giovane, io ho amato tanto in vita mia le scienze, che il fatto che ora osservo mi fa palpitare il cuore.*

Scusatemi, Signori, se sono entrato in personali racconti, di cui conservo sempre dolce ricordanza. A' giorni nostri e con le nostre abitudini, sentiremmo ripugnanza ad inserirli in una Memoria scientifica, ma in una esposizione orale mi sono sembrati adattati; forse anche l' interesse biografico di simili reminiscenze potrà costituire uno dei vantaggi del genere d' insegnamento che oggi inaugura la Società chimica.

D' altronde nel caso nostro, vi ha assai più che le reminiscenze personali; imperocchè all' emozione del dotto si univa nel sig. Biot l' intimo piacere di vedere realizzate le sue previsioni. Da oltre trent' anni il sig. Biot si era sforzato indarno

a fare dividere ai chimici la sua convinzione che lo studio della polarizzazione rotatoria offeriva il mezzo più sicuro di penetrare nella conoscenza della costituzione molecolare dei corpi.

6.

Ritorniamo ai due acidi che forniscono le due specie di cristalli depositati in un modo sì inaspettato nella cristallizzazione del paratartrato doppio di soda e di ammoniaca. Nulla havvi di più interessante, io diceva dianzi, dello studio di questi due acidi.

Infatti, l'uno di essi, quello cioè che proviene dai cristalli del sale doppio emiedro a destra, devìa a destra ed è identico all'acido tartarico ordinario. L'altro devìa a sinistra in armonia col sale che lo fornisce. La deviazione impressa da questi due acidi ai piani di polarizzazione, è rigorosamente la stessa in valore assoluto. L'acido destro ubbidisce nella sua deviazione a leggi particolari, che nessun corpo attivo aveva fin qui mostrate. L'acido sinistro le offre in senso inverso fedelmente, senza che mai vi sia occasione di supporvi la più leggiera differenza. E la prova che l'acido paratartarico è veramente la combinazione, equivalente a equivalente, di questi due acidi, l'abbiamo nel vedere che se mescoliamo, come ora farò in vostra presenza, pesi uguali di ciascuno di essi ridotti in soluzioni alquanto concentrate, la loro combinazione si effettua con sviluppo di calore e il liquido si solidifica all'istante mediante la cristallizzazione abbondante di acido paratartarico identico all'acido paratartarico naturale (1). Relativamente poi alle loro proprietà chimiche e cristallografiche, tutto ciò che può farsi con uno degli acidi, può similmente ripetersi con l'altro nelle medesime condizioni, e in tutti i casi si ottengono prodotti identici, ma non sovrapponibili; prodotti insomma che si rassomigliano come la mano destra alla mano sinistra. Identiche forme, identiche faccie, identici angoli, emiedria in ambo i casi. La sola dissomiglianza sta nella inclinazione destra o sinistra delle faccette emiedriche e nella direzione del potere rotatorio.

(1) Questa bella esperienza ha provocato gli applausi dell'uditorio.

7.

Dall'insieme di questi risultati si raccoglie che le due sostanze studiate sono corpi isomeri, dei quali conosciamo i rapporti generali di similitudine e di dissomiglianza molecolare.

Riandate col pensiero alla definizione della specie chimica che io vi citava poco fa: la specie chimica è la collezione di tutti gl'individui identici nella *natura*, nella *proporzione* e nella *disposizione* degli elementi. Tutte le proprietà dei corpi sono funzioni di questi tre termini e lo scopo di tutti i nostri sforzi consiste a risalire con l'esperienza dalle proprietà alla conoscenza di queste tre cose.

Nei corpi isomeri, la natura e la proporzione sono le stesse; la differenza non sta che nella disposizione. L'importanza dell'isomeria consiste nello avere introdotto nella scienza questo principio: che alcuni corpi possono essere e sono essenzialmente differenti per la sola ragione che la disposizione degli atomi non è la stessa nelle loro molecole chimiche.

Ma sin qui non conoscevamo corpi isomeri in cui avessimo contezza dei rapporti di disposizione molecolare. Questa lacuna è stata ora per la prima volta riempiuta con la scoperta della costituzione dell'acido paratartarico e delle relazioni di costituzione degli acidi tartarici destro e sinistro. Noi sappiamo infatti da un lato che le disposizioni molecolari dei due acidi tartarici sono dissimetriche, e dall'altro che essi sono rigorosamente gli stessi con la sola differenza di offerire dissimetrie in senso opposto. Gli atomi dell'acido destro sono forse raggruppati in spire di un'elice *dextrorsum*, ovvero collocati ai vertici di un tetraedro irregolare, oppure disposti secondo un gruppo o secondo un altro dissimetrico? Noi non sappiamo rispondere a questi quesiti. Ma ciò che vi ha d'indubitato si è che vi sieno aggruppamenti di atomi secondo un ordine dissimetrico di forma non sovrapponibile. E ciò che non è meno certo, consiste che gli atomi dell'acido sinistro realizzano precisamente l'aggruppamento dissimetrico inverso ad esso. Finalmente noi sappiamo che l'acido paratartarico risulta dalla esatta sovrapposizione di questi due gruppi di atomi inversamente dissimetrici.

Dopo tutto questo il constatare le rassomiglianze e le differenze chimiche e fisiche che corrispondono a queste disposizioni, i cui rapporti ci sono conosciuti, offre un interesse particolare e dà alla meccanica molecolare basi sicure, nello stesso tempo che permette di stabilire il legame delle proprietà fisiche e chimiche con la disposizione molecolare che determina la loro propria esistenza; e inversamente, per esso ci è dato di risalire dalle proprietà alla loro causa prima.

Questi rapporti generali delle proprietà e delle disposizioni atomiche corrispondenti, possono riassumersi nel modo che segue:

1°. Allorquando gli atomi elementari dei prodotti organici sono aggruppati dissimetricamente, la forma cristallina del corpo manifesta questa dissimetria molecolare per mezzo dell'emiedria non sovrapponibile. La causa della emiedria è dunque riconosciuta.

2°. L'esistenza di questa medesima dissimetria molecolare si traduce in oltre per mezzo della proprietà ottica rotatoria.

La causa della proprietà ottica rotatoria è egualmente determinata (1).

3°. Allorquando la dissimetria molecolare non sovrapponibile si trova realizzata in sensi opposti, come accade sui due acidi tartarici destro e sinistro e in tutti i loro derivati, le proprietà chimiche di questi corpi identici e inversi sono rigorosamente le stesse; da cui risulta che questo modo di opposizione e di similitudine non altera punto l'azione ordinaria delle chimiche affinità.

Io m'inganno: ma su quest'ultimo punto vi è una restrizione da fare; restrizione importante ed eminentemente istruttiva. Il tem-

(1) Fresnel per una di quelle vedute di genio di cui egli diede tante prove, aveva in qualche modo presentita questa causa della polarizzazione rotatoria.

Egli si esprime così in una delle sue Memorie nel tomo XXVIII degli *Annales de chimie et de physique* Anno 1825: « il cristallo di rocca offre « dei fenomeni ottici che non si possono conciliare col parallelismo com- « pleto delle linee molecolari e che sembrerebbero indicare una deviazio- « ne progressiva e regolare di queste linee nel passaggio di uno strato al- « l'altro del mezzo.

po mi mancherebbe quest'oggi a svilupparla con quell'agio che si conviene. — Ne tratterò dunque per esteso nella Lezione seguente.

(*continua*)



SULLE PILE VOLTAICHE; RICERCHE DEL SIGNOR
EDMONDO BECQUEREL.

Estratto.

Sono ben numerose le considerazioni da farsi per comprendere l'intensità della corrente elettrica, la quale provenendo da una pila si propaga in un circuito, ed il lavoro del sig. Edmondo Becquerel somministra con dati sperimentali gli elementi che guidano a tal ricerca, come all'azione chimica della corrente, al confronto delle differenti pile più in uso, e al prezzo della corrente stessa. Prende egli successivamente in esame le singole cagioni che producono il moto dell'elettrico, o lo ritardano, ne studia le reciproche azioni, le combina, e con metodo veramente analitico stabilisce la cognizione della pila, del suo modo d'agire, e del consumo che produce. Gran pregio del lavoro emana dai modi di sperimentare su' quali non potremo trattenerci, e basterà avere una sola volta indicato che accuratamente scelti e studiati portano ad accreditare i resultati che ne ha ottenuti. Determina primieramente le forze elettromotrici, quindi le resistenze alle conducibilità elettriche, e viene finalmente a far conoscere la potenza chimica delle pile. Sarebbe senza dubbio interessante, come egli terminando osserva, conoscere gli effetti fisici corrispondenti ad una determinata forza elettromotrice, che agisce sovra un circuito pure determinato, giacchè influiscono almeno coll'elevazione di temperatura sulla intensità della corrente; pure essendo stato studiato l'effetto della variazione di temperatura possono le cose esposte avere anche separatamente una giusta valutazione.

La forza elettromotrice fra le diverse sostanze non comparisce costante per le polarità che possono quelle acquistare nell' atto che agisce la corrente, cioè nell' atto stesso che si sperimenta, e solo in alcuni casi si evitano tali polarità, come nelle coppie termo-elettriche, e nelle coppie a corrente costante. Tendono a questo scopo l' uso de' due liquidi nelle pile, di alcuni corpi solidi anche insolubili uniti all' elettrode negativo, ed anche il tenere in movimento quest' elettrode. Ma bisogna studiare come varia anche dipendentemente dalla polarizzazione la forza elettro-motrice cioè quali sono i coefficienti che possono esprimerla in unità conosciute. Questa forza resulta evidentemente dall' azione dei liquidi sul metallo alterabile, dall' azione di due soluzioni l' una sull' altra, e dall' azione sull' elettrode negativo della sostanza che lo tocca. E l'Autore adopera per misurarla la bilancia elettro-magnetica, della quale l'uso corrisponde ad introdurre nella corrente una resistenza grandissima, e a ritenere la forza elettro-motrice proporzionale all' intensità della corrente, o all' effetto sulla bilancia, e porta inoltre il vantaggio di avere in limiti molto estesi la proporzionalità tra i pesi che occorrono per ristabilire l' equilibrio nella bilancia, e l' intensità della corrente.

Per valutare colla bilancia la polarizzazione, convien cercare quale è la forza elettro-motrice della pila impiegata contrabbilanciando la forza elettro-magnetica che ne disturba l' equilibrio con un peso in milligrammi, quindi introdurre nel circuito il voltaimetro a lame metalliche, e far di nuovo collo stesso metodo la determinazione dell' intensità della corrente: la differenza de' due pesi valuta la forza elettro-motrice inversa dovuta alla polarizzazione. Sul platino e sull' oro si produce dall' idrogene una polarizzazione più costante che dall' ossigene, pure ambedue variano colla grandezza delle lame, colla natura del liquido, e col numero delle coppie della pila. Aumenta questa elettromotricità inversa colla tensione dell' elettricità, ma al di là di sette o otto coppie varia ben poco, mentre nella prima coppia aveva distrutto 97 milligrammi, in due coppie 152, ed in tre 163. Una coppia semplice zinco e platino aggiunta ad una pila che variava da uno a dieci elementi ha dato sempre forza elettro-motrice costante di 39,45 e siccome vedremo che il solo zinco con l' acqua acidulata darebbe 78,75, l' effetto della polarizzazione

del platino prodotta dall' idrogene sarà 39,30 cioè distrugge la metà della corrente. Operando con lame metalliche della stessa grandezza poste in acqua acidulata con acido solforico ad $\frac{1}{20}$, si ottiene per effetto dovuto alla polarizzazione dell' idrogene sulle lastre metalliche.

48,88	oro
43,38	platino
39,75	argento
39,75	mercurio
37,50	rame
2,00	zinco amalg.
— 1,75	zinco puro non amalg.

Il platino avendo dato un numero diverso dal precedente, mostra che i diversi pezzi di questo metallo possono agire differentemente, e il numero negativo al zinco puro fa conoscere che esso è meno attaccato quando sta al polo negativo.

Le azioni esercitate fra due liquidi han luogo ogni qualvolta due soluzioni conduttrici dissimili stanno in contatto anche col mezzo di un diaframma poroso. Le forze elettro-motrici che resultano da tali azioni cangiano con la concentrazione della soluzione e con la temperatura, e costituiscono la parte eminentemente variabile della forza elettro-motrice delle coppie a due liquidi. Determinata questa forza colla bilancia mentre il primo tra i liquidi rammentati era all' esterno del diaframma, e l' altro all' interno, e il diaframma aveva 25 centim. di altezza e 6 di diametro, variando le temperature da 14 a 16 gradi (meno che tra l' acqua acidulata ad acido solforico e l' acido nitrico che è variata da 12° a 17°, ed ha dato da 19,25 a 21), ne è resultato:

LIQUIDI DELLA COPPIA	LASTRA all' esterno del diafr.	LASTRA all' interno del diafr.	FORZA elettromotrice
Acqua con $^1/_{10}$ acido solforico. Soluz. satura di solfato di rame.	Platino +	Platino —	— mill 5,50
Acqua con $^1/_{10}$ acido solforico.. Acqua ossigenata a 12 volumi.	Platino —	Platino +	+ 7,50
Acqua con $^1/_{10}$ acido solforico.. Soluzione satura di cloruro di platino neutro.........	Platino —	Platino +	+ 7,55
Acqua con $^1/_{10}$ acido solforico.. Acido azotico ordinario a 36°..	Platino —	Platino +	+ 20
Acqua con $^1/_{10}$ acido solforico.. Soluzione di acido cromico (acqua 1 acido 1)........	Platino —	Platino +	+ 27,80
Acqua con $^1/_{10}$ acido solforico.. Acqua clorata satura a 14°. C..	Platino —	Platino +	+ 37,25
Soluzione di protosolfato di ferro Acqua clorata satura.......	Platino —	Platino +	+ 47,00
Acido cloridrico puro e concent. Acido azotico puro e concent..	Platino —	Platino +	+ 52,50
Soluzione di potassa caustica (acqua 4 potassa 1)...... Acido azotico ordinario.....	Platino — Oro — Argento — Carbone —	Platino + Oro + Argento + Carbone +	+ 55,50 + 44,50 + 44,50 + 60,00
Soluzione di persolfuro di potassio (acqua 5 solfuro 1)... Acido azotico ordinario....	Platino —	Platino +	+ 72,50

Le forze elettro-motrici che si hanno per l'azione de' liquidi su'metalli, sono state sperimentate con diversi metodi, uno dei quali è di accoppiare al metallo attaccato una lastra di platino molto estesa, ed agire con sollecitudine onde possa evitarsi la polarizzazione di questo metallo: sull' altro non si ha polarizzazione giacchè si ossida. Il metallo attaccato prende sempre un eccesso d' elettricità negativa: quando si ha un' azione chimica viva, si ottiene anche un considerabile sviluppo di elettricità: il grado d' acidità dell' acqua mescolata coll' acido solforico influisce poco sulla forza elettro-motrice: l'ordine de' metalli pel rapporto a questa forza è diverso quando si usa la potassa caustica: dopo il potassio è resultato l' alluminio come il metallo che dà la forza elettro-motrice più grande: la soluzione di po-

'tassa sul ferro, sul nickel e sul cobalto ha un' azione rapidamente decrescente, e difficilmente determinabile: il zinco e il piombo conservano con quasi tutti i liquidi impiegati il medesimo rapporto di forza elettro-motrice cioè di 3 a 2. Tuttociò potrà vedersi nella seguente tavola di resultati.

FORZA ELETTROMOTRICE sopra i seguenti metalli posti ne' liquidi dicontro	ACQUA con $^1/_3$ di acido solforico	ACQUA con $^9/_{10}$ di acido solforico	SOLUZIONE di potassa caustica. acqua 4 potassa 1
Amalgama. Mercur. 100 potassio 1	137,32	»	»
Zinco amalgamato	81,75	82,75	81,00
Zinco puro	79,25	81,90	78,0
Cadmio.	62,75	66,75	55,0
Piombo.	52,75	53,25	50,0
Stagno.	52,25	53,75	67,25
Ferro	48,75	49,75	50,0 ?
Aluminio	40,75	66,75	85,0
Nickel	35,75	38,75	24,0
Cobalto.	34,75	37,75	31,0
Bismuto	29,50	33,00	36,0
Antimonio	27,75	28,75	48,25
Rame	27,75	36,75	38,0
Argento	17,25	37,25	0
Mercurio	25,00	»	»
Oro	0	»	»
Platino.	0	»	10,0 ?

Per brevità non riporteremo i resultati sulle amalgame poste nell' acqua con $\frac{1}{10}$ di acido solforico, nè quelli dei perossidi di manganese e di piombo, limitandoci ad osservare che la diversa proporzione del mercurio non porta molta differenza: che l' amalgama di sodio dà meno di quella di potassio, e anche meno di quella di bario, ma più di quella di zinco, e che il perossido di manganese o di piombo disposto in strati galvanici sul platino agisce meglio che quando è in polvere, e dà una corrente contraria a quella del zinco. Onde con tali perossidi al polo negativo non solo si ha completa depolarizzazione, ma si aggiunge una forza elettro-motrice. Aggiungendo le diverse forze, si trova che il più gran risultato si ha dalla coppia formata dall' amalgama di potassio e da uno strato galvanico di perossido di piombo, la quale monta a 236,78 cioè 173,27 per l'amal-

gama, e 63,51 per il perossido: tal forza elettro-motrice è quasi doppia di quella di una coppia ad acido azotico.

Ora siamo in grado di confrontare tra di loro le diverse coppie delle pile e dedurne con esperienze l'effetto dei loro tre elementi, lama positiva, lama negativa, e liquidi, nei seguenti numeri, ritenuta 100 la forza elettromotrice del zinco puro nell'acqua acidulata ad $\frac{1}{13}$ come era ne' numeri qui sopra riportati.

DISPOSIZIONE DELLE COPPIE	FORZA ELETTRO-MOTRICE dell' elettrod. positivo	dell' elettrod. negativo	de' liquidi	della coppia
Zinco puro in acqua con $^1/_{10}$ di acido solforico. Platino in acido azotico ordinario a 36°	100,00	»	+ 28,04	128,04
Zinco amalgamato in acqua con $^1/_{10}$ di acido solforico. Platino in acido azotico . . .	104,14	»	+ 28,04	132,18
Zinco puro in acqua con $^1/_{10}$ di acido solforico Rame in acqua satura di solfato di rame	100,00	— 20,56	— 7,34	72,10
Zinco amalgamato acqua acidulata al $^1/_{10}$ Rame acqua satura di solfato di rame	104,14	— 20,56	— 7,34	76,24
Zinco in acqua acidulata al $^1/_{10}$ Platino in soluzione satura di cloruro di platino	100,00	»	+ 9,75	109,75
Zinco amalgamato in acqua acidulata al $^1/_{10}$ Platino in acqua clorata . . .	103,44	»	+ 46,56	150,00
Zinco amalgamato in dissoluzione di potassa (acqua 4 potassa 1) Platino in acido azotico . . .	103,88	»	+ 57,60	161,54
Zinco puro in persolfuro di potassio (acqua 5 per sol. 1) Platino in acido azotico . . .	17,31	»	+ 92,95	110,26

In altre esperienze nelle quali si è ritenuto 100 per la forza elettromotrice di una coppia di Grove zinco e platino, acqua acidulata al $\frac{1}{10}$, acido azotico a 36° areometrici; una coppia di Bunsen con zinco amalgamato, acqua acidulata al decimo, acido azotico a 36° usando carbone di coke, ha data una forza varia-

bile da 97,25 a 99,50, e quando si è usato il carbone di storta da gaz da 98,50 a 99; una coppia alla Daniel ha dato da 57,8 a 58,50, ed usando acqua satura di cloruro di sodio in luogo dell'acqua acidulata con $\frac{1}{10}$ acido solforico, ha dato da 60 a 63; una coppia, imaginata dall'autore, composta di piombo, solfato di piombo in massa compatta permeabile, zinco amalgamato, acqua con cloruro di sodio ha dato da 29 a 30, e ponendovi in luogo di quest'ultima soluzione acqua acidulata con acido solforico da 26 a 28. La forza elettromotrice è indipendente dalla forma della coppia, e dal diaframma, non però la resistenza alla conducibilità, della quale parleremo in seguito. Delle coppie di Wollaston, di Faraday, di Muncke, di Smée meno interessa occuparsi per la gran degradazione di forza che mostrano atteso la polarizzazione che vi si produce, che dall'essere 80 può ridursi quasi a metà. Anche la coppia di Marie-Devy a solfato di mercurio da 74 decresce presto se ha corto circuito la corrente. Quella proposta da Doat con mercurio, ioduro di potassio e carbone ha una debole forza di 32,5. La pila a bicromato di potassa e carbone senza diaframma ove si soffia dell'aria per agitare la massa differisce poco in forza dalla coppia ad acido azotico; può servire per brevissimo tempo quando si abbia bisogno di una pila a poca resistenza. Quella a solfato di piombo dell'autore funziona regolarissimamente e dà una corrente debole ma costante; in questa ha luogo una riduzione del solfato di piombo attorno al polo negativo, e la sua forza elettromotrice è quella che resulta dalla differenza delle forze elettromotrici della soluzione sovra i due metalli zinco e piombo, senza che sovra quest'ultimo abbia luogo polarizzazione.

Sulla forza elettromotrice ha una qualche influenza la temperatura: ma era necessario esaminare se l'aumento dipendente dalla temperatura nelle pile a due liquidi proveniva dall'effetto sulle lastre metalliche, o da quello tra i liquidi, e siccome riscaldato il solo zinco non si aveva sensibile aumento di forza, ritiensi che l'effetto sia dovuto ai liquidi. Questo è assai sensibile; non grande, e valutata colla bilancia la forza elettromotrice in milligrammi è resultato

a 14°.C	Coppia a zinco ordinario	94,00
	Coppia a zinco amalgamato	97,75
a 90°.C	Coppia a zinco ordinario	98,00
	Coppia a zinco amalgamato	102,00

Nella seconda parte di questo lavoro trattasi della resistenza alla conducibilità negli elettromotori, la quale influisce molto sulla quantità dell'elettricità che si trasmette in corrente, e non meno della forza elettromotrice, ogni qual volta per la teoria d'Ohm si ha

$$I = \frac{E}{R+x}$$

ove I rappresenta l'intensità della corrente, E la forza elettromotrice, R la resistenza interna della pila, ed x quella del circuito esterno della corrente. Con questa formula si determina R, facendo variare in diversi esperimenti la x, mantenendo costante la E, e misurando la I. I primi esperimenti furono diretti sopra i corpi solidi, e perciò prese le opportune diligenze per determinare la densità dei metalli, e le loro sezioni, fu costatato che la resistenza era in ragione inversa della sezione, ed in ragione diretta della lunghezza de' fili metallici. E poichè non è facile assicurarsi delle sezioni, le esperienze sono state fatte confrontando la resistenza anche con il quadrato del diametro dedotto dal peso e dalla densità del metallo, ed a questo metodo ha con più esattezza corrisposto il rapporto inverso tra la resistenza e la sezione. Il ricuocimento dei metalli aumenta la resistenza di circa un centesimo per l'oro, il platino, e il ferro, di due centesimi per il rame, e di sette per l'argento. Il filo di rame di commercio ha assai diversa resistenza da quello puro, servendo la minima quantità di zinco frammisto per scemarne assai il poter conduttore: ecco alcuni risultati sovra l'argento e il rame puro

METALLI RICOTTI	Resistenza a 0° in divisioni del reostato a 0°	Poter conduttore a 0° rapporto a quello dell'argento puro preso per 100
Argento puro	9,3059	100
Rame puro galvanizzato malleabilissimo	9,9944	94,01
Rame puro galvanico idem.	10,0054	93,92
Rame puro proveniente dall'acetato .	10,1945	92,16
Rame puro galvanico fuso	10,5400	89,14
Rame migliore del commercio proveniente dalla fabbrica Mouchel del diametro 1,mm5	10,2180	91,95
Rame, idem, del diametro 0,mm4 . .	10,8380	86,70
Rame impuro, circa	20,0000	47,00
Ottone, circa	37,5836	25,00
Filo di ferro di 0mm,30 e di 0,mm757 di diametro	76,7244	12,25
Filo di ferro di 0mm,936 di diametro .	72,5650	12,94
Filo di ferro zincato detto di 4mm di diametro, da telegrafo a 21°C. . .	93,616	10,04
Filo di ferro, analogo al precedente .	73,544	12,77

La elevazione di temperatura aumenta la resistenza, e per tener conto di quest' aumento secondo alcuni fisici deve usarsi la formula $R(1+at+bt^2)$, ma il terzo termine può trascurarsi fino a 30° ed il coefficiente a deve per i diversi metalli avere i seguenti valori.

Mercurio	0,001040	Rame.	0,004097
Platino	0,001861	Piombo	0,004349
Oro	0,003397	Ferro	0,004726
Zinco	0,003675	Stagno di commercio	0,005042
Argento.	0,004022	Stagno assai puro . .	0,006188
Cadmio	0,004040		

Passando alla resistenza per la conducibilità nei liquidi, si trova che la legge sulla lunghezza e sulla sezione combina con quella dei metalli, e nello stabilire la misura di tal resistenza per i liquidi che darebbero una polarizzazione sulle lastre di metallo che vi si devono immergere conviene render costante tale polarizzazione. Del quanto i liquidi conducan meno dei metalli ci

faremo bene idea se riflettiamo che l'acido azotico, il quale è più conduttore di tutti, pure ha una resistenza che ad egual sezione è circa un millione di volte quella dell'argento; e ritenuto questo rapporto sarà facile dalla seguente tavola combinata colla precedente dei metalli dedurne il rapporto tra la conducibilità di altro liquido con altro metallo.

SOSTANZE	Resistenza per rapporto all'argento	Poter condutt. per rapporto all' argento
Argento puro a 0°.C	1	100,000000
Acqua con $^1/_{10}$ in volume di acido solforico SO^3HO a 19°.C	1310042	76,34
Acido azotico del commercio a 36° areometrici, e a 19°,3,C	948653	105,41
Soluzione di solfato di rame puro satura a 19° areometrici e a 19°.C. . .	13788657	7,25
Idem del commercio acidulata ad $^1/_{100}$, e a 19°.C	9269057	10,79
Soluzione satura di cloruro di sodio, e a 20°.C	2367424	42,24
Soluzione di solfato di zinco satura a 19°,8.C	12834048	7,79

Per passare dalle soluzioni sature a quelle diluite si puo dedurre la resistenza dalla formula $R' = R\,[\,1 + B\,(V' - V)\,]$ ove B è un coefficiente che dipende dalla natura della soluzione e che per quelle di solfato di rame, e di cloruro di sodio è rispettivamente 0,5486.0,4390, V rappresenta il volume della soluzione satura, e V' quello della soluzione diluita. Alcune soluzioni dopo avere colla concentrazione acquistato un massimo di conducibilità tornano a diminuire; tali sono quella di solfato di zinco, e di acido solforico.

Sovra la resistenza alla conducibilità de' liquidi ha molto effetto il calorico, e indicando con t i gradi di temperatura, può aversi il suo valore dalla formula

$$R' = \frac{R}{1 + \alpha t}$$

ed il coefficiente α per la soluzione satura di solfato di rame,

per quella satura di solfato di zinco, e per l' acido azotico di commercio, prende respettivamente i seguenti valori

0,0286 . 0,223 . 0,263.

Parimente grande è la resistenza che oppongono al passaggio della corrente i diaframmi porosi che si adoprano nelle pile: usando un solo diaframma cilindrico con 13 centimetri di altezza e 5 di diametro, è risultata la resistenza seguente

LIQUIDO racchiuso nel vaso	Temper. del liquido	RESISTENZA DOVUTA ALL'INTRODUZIONE DEL DIAFRAMMA, IN GRADI DEL REOSTATO				
		In porcellana grossa			In tela da vele	In vessica
		6mm	5mm	4mm		
Soluzione di solfato di rame .	22°	365,00	232,0	342,7	84,8	141,4
Soluzione di solfato di zinco. .	22°,5	476,10	542,0	440,4	»	»

Il rapporto tra le resistenze delle due soluzioni quando agiscono liberamente è lo stesso di quello che trovasi nel loro agire attraverso ai diaframmi porosi, lo che mostra che questi non agiscono che per ridurre a più piccole dimensioni la sezione del liquido, cioè alla somma dei forellini che presenta il diaframma nella sua superficie. Infatti la vessica che ha piccoli i forellini presenta più resistenza della tela da vele, che gli ha assai grandi.

Premesso tuttociò possiamo comprendere qual sarà la resistenza di una coppia elettro-motrice, ma non possiamo calcolarla senza ricorrere alla sopra riferita formula d' Ohm della intensità della corrente. Nelle coppie semplici del Volta e del Wollaston formate da due lastre metalliche di egual superficie, che parallele immergono in un liquido, la resistenza alla conducibilità può dedursi da quella del liquido interposto; cresce al crescere della grossezza dello strato liquido, e scema al crescere della superficie nelle lastre metalliche. Ma nelle coppie a due liquidi per cagione dei vasi porosi calcolare la resistenza da quella de' li-

quidi, e del diaframma poroso porterebbe a risultati inesatti, conviene, variata la resistenza del circuito esterno, misurare la intensità della corrente, e colla detta formula calcolare la resistenza interna della coppia.

COPPIE AD ACIDO NITRICO	Temper. delle coppie	DIMENSIONI DE' VASI POROSI			Resistenza della copp. in filo di rame di un millim. di diam. a 0°
		Altezza	Diametr. esterno	Grossez.	
		cent.	cent.	millim.	metri
Coppia di Grove, platino interno, vaso permeabile di terra prismatico, piatto, modello inglese grande	22°	20	17, e 2	3,5	4,08
Idem media	22	14	8,5 e 1,8	da 3 a 3,5	7,09
Idem piccola	22	8,5	4,5 e 1,5	da 3 a 3,5	10,51
Coppia di Grove, platino interno, vaso poroso di porcellana, e cilindrico	19,5	13	5	3,5	9,64
Idem con altro vaso della stessa materia e delle stesse dimensioni .	19,5	13	5	3,5	6,93
Coppia molto grande di Bunsen, carbone interno con diaframma poroso cilindr. in porcell.	12,5	37,5	11	6	7,19
Idem altro modello . .	14,5	37,0	10	6	9,46
Idem altro modello . .	15	38	9	7	6,13
Coppia grande di Bunsen con vasi porosi cilindrici in porcellana . .	20	21	6,5	4	7,09
Altra simile.	20	21	6,5	4	5,76
Coppia più piccola di Bunsen, carbone interno, con vaso poroso cilindrico di porcellana usata.	14	16	6	4	10,36
Altra	14	16	6	4	10,47
Altra	14	16	6	4	12,62
Altra	14	16	6	3	20,66
Altra	14	16	6	3	10,93
Coppia piccola di Bunsen, zinco interno, con vaso poroso cilindrico	15	13	5	da 3,5 a 4	9,15
Altra simile.	19,5	13	5	idem	8,00
Altra simile.	13,5	13	5	idem	10,12
Coppia di Bunsen molto piccola a zinco esterno	13	4	2	da 1 a 2	28,85

Dall' ispezione di questa tavola si scorge che nelle pile ad acido nitrico cangia la resistenza molto meno di quello che por-

terebbe la proporzione della lor superficie, e che nelle pile eguali in dimensione si hanno sensibili differenze di resistenza, onde grandissima influenza deve avervi il vaso poroso. Può concludersi che se vuolsi in tali pile aver poca resistenza, tornerà più utile usar coppie di media grandezza e disporle accoppiate in superficie, anzichè coppie grandi accoppiate per tensione, cioè zinco con carbone.

COPPIE A SOLFATO DI RAME	Temper. delle coppie	DIMENSIONI DE' VASI POROSI			Resistenza della copp. in filo di rame di un millim. di diam. a 0°.
		Altezza	Diamet.	Grossez.	
		cent.	centim.	millim.	metri
Coppia gran modello, con sacco di tela da vele. Lastra di zinco interna di 14 decim. quadrati: vaso di rame esterno di 45 centim. di altezza sù 35 di largh. e 6 a 7 di grossezza. Liquidi acqua satura di solfato di rame, e acqua salata satura . .	15°	45	35	tela	5,91
Coppia, gran modello ordinario, lastra di rame nell' interno, vaso poroso di porcellana, zinco esterno. Liquidi, soluzione di solfato di rame satura, acqua con acide solforico 1/10. .	19	21	6,5	4 circa	26,82
Coppia simile medio modello ordinario . . .	19,5	15	»	da 3 1/2 a 4	28,17
Idem alla soluzione di acqua acidulata e sostituita l' acqua salata satura a 15°.C	19,5	15	5	da 3 1/2 a 4	29,82
Idem. Caricata da due giorni, essendo il zinco coperto da rame ridotto	19				90,09

Ancora in queste coppie a solfato di rame si dimostra la grande influenza del vaso poroso, e la tela che scema moltissimo la resistenza non impedisce la mescolanza de' liquidi si faccia con rapidità.

COPPIE A SOLFATO DI PIOMBO	Temperatura	DIMENSIONI DEL CILINDRO di solfato di piombo con intonaco d'argilla			Resistenz. della coppia in filo di rame di un millimetro di diametro a 0°
		Altezza	Diametr.	Grossez. dell' intonaco d'argilla	
		centim.	centim.	centim.	metri
Grandissima coppia, con 5 kil. di solfato: e pesando tutto il cilindro 10 kil.; e con acqua salata a 6° dell'areometro	16°	32	11	1	34,8
Coppia piatta: con 950 gram. di solfato: peso totale del cilindro 2100 gram. con acqua salata a 6° dell' areometro .	16°	21	17 e 2,8	0,4	26,0
Altra cilindrica: peso del solfato 400, gram. Peso del cilindro 920 gram. con acqua contenente qualche goccia d'acido solforico . . .	19	15	5	0,5	151,8
Idem con acqua salata a 6° dell'areometro .	19	15	5	0,5	112,9

Le coppie piatte danno minor resistenza, e quattro piccole coppie montate a superficie darebbero lo stesso risultato della coppia grandissima, con molto minor peso nel solfato di piombo. E qui sarà bene aggiungere qualche altra cosa sulla costruzione di questa pila imaginata dall'autore. Si mescola il solfato di piombo ben polverizzato, con l'acqua salata satura a 25° dell'areometro Baumé nella proporzione di 35 a 40 centimetri cubi di soluzione per cento grammi di solfato. La mescolanza deve farsi con molta rapidità, giacchè la massa diviene immediatamente compatta, e col continuare ad agitarla si impedisce che indurisca. Non impiegando che 30 ovvero 35 centigrammi cubi di liquido, l'indurimento è rapidissimo, ma con 40 ovvero 45 centimetri cubici si fa più lento, e si ha tempo di metterlo nella forma. Questa deve contenere nel centro una verga di piombo, con qualche dente perchè acquisti più legame colla pasta, la quale farà poi da conduttore della corrente dopo la consolida-

zione del solfato. Ottenuto il cilindro, o la massa compatta di solfato di piombo, si mette in un' altra forma cilindrica un poco più grande da potervi colare attorno uno strato d'argilla che la ricopra da tutte le parti. Lo strato d'argilla non toglie al solfato la permeabilità al liquido, ma lo rende solido, ed impedisce il contatto tra il piombo ridotto e il zinco. Quel solfato ricoperto coll'argilla, e immerso in un liquido in mezzo di un cilindro vuoto di zinco, costituisce la coppia senz' altro diaframma. Per cominciare a porre in azione la coppia (ed occorre a ciò un certo tempo se il solfato non è preparato di fresco) vi si versa acqua contenente una piccola quantità di cloruro di sodio a 5° ovvero 6° dell'areometro : in seguito si aggiunge dell'acqua pura per compensarne il consumo. Anche sulla resistenza di queste coppie ha molta influenza la grossezza dello strato d'argilla che fa da vaso poroso, ma non meno vi ha influenza la massa del solfato. Chiuso il circuito, l'asse del cilindro di solfato che può essere ossidato, ben presto si fa lucido, vi si deposita il piombo ripristinato, e comincia l'azione regolare della pila. Un vantaggio del solfato di piombo, come di ogni altra sostanza insolubile posta al polo negativo per togliere la polarizzazione, consiste nel non alterarsi quando il circuito è aperto, e nel non ridursi che quando circola la corrente; mentre nelle pile a due liquidi si ha sempre miscela ne' liquidi, anche quando il circuito è aperto, e la pila a solfato di rame produce sempre un deposito di rame sopra lo zinco. Invece di disporre le coppie di solfato, come abbiamo detto, separando il zinco dal solfato, si possono alternare lastre di zinco, di argilla e di solfato in modo da avere una sola massa solida, la quale poi si immergerà in un sol bagno di acqua salata per porla in azione.

Per sperimentare l'effetto della temperatura sulla resistenza delle coppie, conviene agire con rapidità onde non si abbia raffreddamento sensibile ne'liquidi durante l'esperimento, ed operando con cura si han resultati differenti da quelli che proverrebbero dalla determinazione diretta con i dati conosciuti. Pur non ostante da tale irregolarità resulta che la resistenza alla conducibilità diminuisce nelle coppie con la temperatura, e si può senza grand'errore ammettere che rappresentata con R_0 la resistenza a 0° della coppia, alla temperatura t sarà $R_t = R_0 (1 - \alpha t)$ ove nelle

coppie ad acido azotico può mettersi per media $\alpha = 0,0046$, ed in quelle a solfato di rame con diaframma di porcellana $\alpha = 0,0057$.

Determinata la forza elettromotrice, e la resistenza delle coppie, se ne deduce l'una e l'altra nelle pile risultando entrambe dalla somma di quelle che si hanno nelle singole coppie, e per conseguenza si deduce pure la potenza magnetica della corrente della pila, o l'intensità, e quando sono gli n suoi elementi tutti eguali, avremo $I = \frac{nE}{nR + r}$. Che se questi elementi invece di esser montati per tensione saranno uniti per superficie a guisa cioè di un grande elemento, avremo

$$I = \frac{E}{\frac{R}{n} + r} = \frac{nE}{R + nr}.$$

Più difficile è la determinazione della potenza chimica della pila alla quale in primo luogo si pone l'Autore nella terza parte del suo lavoro, ma stabilito un termine di confronto fra queste due potenze della pila, può l'una indicar l'altra. Si valeva il Pouillet della decomposizione elettro-chimica dell'acqua, e trovava che per decomporre un grammo d'acqua occorre una quantità d'elettricità espressa da 13787 volte la quantità che passa in un minuto per un circuito bismuto e rame la cui lunghezza totale ridotta equivale a 20 metri di filo di rame di un millimetro di diametro, e le cui saldature hanno una differenza di temperatura di 100°. Per dedurre da tal determinazione la potenza chimica di una qualsivoglia pila, converrebbe conoscere la forza elettromotrice di essa in rapporto a quella della coppia termo-elettrica. Riportandoci alla valutazione indicata nella prima parte, si vede che l'azione esercitata dall'acqua acidulata sul zinco, unità della forza elettromotrice adottata, non è che $\frac{1}{1??}$ della forza elettromotrice dell'elemento termoelettrico. E riducendo tutto alla stessa unità si trova, secondo gli equivalenti chimici, che in un'ora una coppia che abbia uno per forza elettromotrice, e che abbia per resistenza un metro di filo d'argento, depositerebbe circa 63 grammi di rame in una soluzione

di solfato di questo metallo. Una piccola differenza vi è fra questa e la determinazione del Pouillet, che può attribuirsi alla conducibilità del filo che è stato preso per tipo. Sappiamo che le decomposizioni elettrochimiche si fanno in proporzioni definite, e per conseguenza quando una coppia agisce chimicamente, il prodotto esterno deve essere equivalente al suo lavoro chimico interno. Questa corrispondenza che si riscontra agendo con molta cura, non ha luogo nelle coppie ordinarie, e la differenza tra il lavoro esterno ed interno potrà attribuirsi all'azione chimica interna che avrebbe luogo anche a circuito aperto, o al cattivo isolamento tra i successivi elementi della pila. Anche il voltaimetro può influire, come mostrano le esperienze fatte su voltaimetri con soluzioni di rame alquanto diverse, dalle quali deducesi che la perdita di peso dell'elettrode solubile in rame dipende principalmente dalla acidità più o meno grande del liquido. E fatta attenzione di usare una soluzione di solfato di rame puro satura a freddo, e non trascurare nulla che potesse influire sulla deposizione del rame, ne è resultato per media di cinque esperienze che una coppia alla Bunsen, la quale aveva 96,90 per forza elettromotrice avrebbe deposto sulla lastra negativa del voltaimetro grammi 111,1877 per ogni ora con un circuito che avesse resistenza per un metro di filo d'argento di un millimetro di diametro alla temperatura 0°. Onde se la coppia avesse avuto per forza elettromotrice quella dell'acqua acidulata sul zinco (che è 79,5 alla bilancia elettro-magnetica, e che abbiamo presa per unità) e avesse avuto per resistenza di circuito un metro di filo di argento di un millimetro a 0° avrebbe depositato 91,3698 grammi di rame in un'ora. È facile dietro i precedenti numeri trovare qual sarebbe l'azione chimica che può produrre una pila di una forza elettromotrice qualunque con una determinata resistenza, perchè l'azione chimica è in ragione inversa della resistenza, ed in ragion diretta della forza elettromotrice. Così una coppia Bunsen che abbia per forza elettromotrice 96,90 per tutta la durata dell'esperienza, e che abbia per resistenza diecimetri di filo di rame di un millimetro in diametro a zero, depositerebbe grammi 10,4471; ed una coppia a solfato di rame che abbia per forza elettromotrice 58,50, ed una resistenza di 26 metri del detto filo di rame depositerebbe 2,4269 grammi di ra-

me. Ora siccome le azioni chimiche si fanno in proporzioni determinate potrà dedursi il deposito di un altro qualunque metallo che avrà luogo in un'ora per effetto di una pila, o anche la quantità d'acqua decomposta col moltiplicare i numeri precedenti per i rapporti che esistono tra l'equivalente del rame, e quello dell'altro metallo.

I riferiti risultati danno luogo a determinare la spesa di una pila che funziona per un certo tempo. Ciascuna coppia agisce come un apparato decomponente, e presenta nel suo interno egual lavoro chimico, per cui dalla valutazione di quello di una sola coppia può dedursi il lavoro della pila intiera, ammesso che la spesa effettiva combini con quella teorica. Quest' ultima si ottiene col valutare lo zinco che si scioglie, l'acido solforico e l'acido azotico che si consumano: un equivalente d'acido solforico è necessario per formare il solfato di zinco, ed un equivalente d'acido azotico verrà impiegato a dare vapori nitrosi, o prodotti azotati. Ma la spesa effettiva, non prendendo tutte le precauzioni, si trova più grande in parte perchè i liquidi si mescolano attraverso ai diaframmi, perchè gli zinchi amalgamati si alterano anche a circuito aperto, ed anche perchè una parte dell'elettricità avendo la pila gran tensione si fa strada lungo le pareti dei vasi. Due esperienze fatte, una con una pila Bunsen a sei elementi di media grandezza, e l'altra con una simile pila di due elementi grandi, han dato in un'ora d'azione la prima un consumo di 29,633 grammi di zinco per media in ogni coppia, ed un deposito nel voltametro di grammi 25,914; la seconda 36,825 ed un deposito di rame gr. 32,330. Ora per gli equivalenti del rame depositato non si avrebbe di zinco consumato che grammi 26,723 nella prima esperienza, e grammi 33,340 nella seconda, e può concludersi che sono stati consumati presso a poco $\frac{11}{100}$ di più del zinco che è indicato dalla teoria. Il maggior consumo è confermato da altra esperienza che è stata proseguita per ventitrè ore, e nella quale fu studiata l'alterazione dei liquidi, e si valutò per $\frac{1}{8}$ la spesa effettiva superiore a quella teorica. Possiam dunque ritenere che la spesa teorica di una pila deve essere accresciuta in pratica da uno a due decimi, e che con una data pila che ha un numero determinato di coppie, non si può sorpassare un certo

limite d'azione. Questo limite è per le coppie ad acido nitrico le meglio disposte da 20 a 30 grammi di zinco sciolto in ciascuna coppia per ora, e quando aumenta la resistenza, l'azione chimica si trova minore. Invano si tenterebbe di produrre con pila a due liquidi, utilmente all'esterno, un lavoro più grande di quello che equivale al consumo di tal quantità di zinco. Ma con coppie semplici ad un liquido, questa quantità potrebbe essere sorpassata per la lor poca resistenza, sebbene per piccola durata, non mantenendosi in esse costante la forza elettromotrice.



SULL'ATTRITO; MEMORIA DEL PROF. SELLA, LETTA ALL'ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI TORINO.

(Estratto).

L'Autore accenna anzitutto alle esperienze fin qui fatte in proposito e comincia da quelle eseguite nel 17.° secolo dall'*Amontons*, che indagando a quale tensione un elastico valesse a smuovere un corpo posto sopra una tavola, perveniva alla conclusione che l'*attrito* è indipendente dall'estensione del contatto.

Indica poscia le esperienze fatte nel 1781 dal *Coulomb*, il quale studiando il moto di un corpo collocato sopra un banco di due metri di lunghezza e tirato da un peso mediante una corda passante su d'una girella posta a capo del banco, deduceva essere l'*attrito*: 1. proporzionale alla pressione: 2. indipendente dall'estensione del contatto: 3. se non affatto, quasi indipendente dalla velocità del movimento.

Ragiona quindi della lunga serie di esperienze fatte da *Morin* dal 1831 al 1834, giusta un metodo identico a quello del *Coulomb*, con questi divarii, che il banco su cui faceva scorrere un altro corpo aveva 8 metri di lunghezza, che se ne rilevava la velocità per mezzo di curve descritte da una punta mossa da movimenti di orologeria, sopra dischi di carta annessi alla

girella su cui passava la corda sostenente il peso motore, e che tra il capo della corda e il corpo che si doveva muovere era interposto un dinamometro. Da queste sue esperienze trasse il *Morin* una serie di dati importantissimi per la meccanica pratica; confermò i principii enunciati dal *Coulomb,* togliendo perfino la restrizione da lui fatta allorchè diceva non essere sempre l'*attrito* indipendente dalla velocità. Indi è che i principii del *Coulomb* vennero senza contestazione accettati in tutti i trattati di meccanica. Eppure, aggiunge il Sella, i pratici non hanno fede nel rigore di questi principii: così a cagione d'esempio i nostri ingegneri meccanici sanno che gli stessi freni i quali valgono a tener costante il movimento abituale dei convogli che discendono la china dei Giovi, non riescono più ad impedire l'accelerazione del moto, qualora la velocità abbia da principio ecceduto certi confini. Il che manifestamente dimostra come sulle ferrovie l'attrito di scorrimento diminuisca col crescere della velocità.

Il *Poirée* ed il *Bochet* continua l'Autore, fecero nell'ultimo decennio una serie di esperienze sulle ferrovie, attaccando alla locomotiva, col mezzo di un dinamometro, un vagone del quale o si erano fermate le ruote in guisa che scorressero sulle rotaie senza girare o vi si erano sostituiti dei piattini. Per tali esperienze il *Bochet* concluse essere l'attrito proporzionale alla pressione, indipendente in modo sensibile dall'estensione di contatto, ma dipendente dalla velocità. Egli crede che l'attrito sia massimo quando la velocità è nulla, e che diminuisca col crescer di essa fino a diventare nullo, o quasi, a grandissima velocità. E pochi anni fa egli diceva che descritta una curva di cui siano ascisse le velocità ed ordinate i corrispondenti attriti, si aveva un arco di iperbole, assintotico all'asse delle ascisse, ovvero ad una sua parallela, ma modificò poi queste sue conclusioni, e ritiene ora che l'attrito anche in circostanze apparentemente identiche, non sia costante in guisa che si possa rappresentare da una sola curva, bensì da una zona compresa fra due curve...

Discorre finalmente il Sella delle esperienze fatte da *Hirn* per la determinazione dell'equivalente meccanico del calore; in alcune delle quali egli studia le relazioni che passano tra le calorie svolte durante il fregamento di un albero sul suo guancia-

letto, con il lavoro in ciò consumato. A compiere questa determinazione posava lo *Hirn* un guancialetto sopra un albero e fissava al guancialetto stesso un braccio di bilancia le cui estremità caricava di pesi. Supposta la bilancia in equilibrio allorchè l'albero era immobile, al girare di questo, l'attrito turbava l'equilibrio allorchè l'albero era immobile, al girare di questo, l'attrito turbava l'equilibrio ed i pesi da aggiungersi ad uno dei piattelli della bilancia per riequilibrarla misuravano l'attrito che si svolgea fra l'albero ed il guancialetto. *Hirn* divide l'attrito in immediato e mediato secondo che le superficie dei due corpi si tocchino direttamente od abbiano l'intermezzo di una spalmatura solida, liquida o gassosa; egli crede che l'attrito immediato ubbidisca alle leggi di *Coulomb*, ma che l'attrito mediato sia invece funzione complicata della pressione, dell'estensione di contatto e della velocità. Questo autore fa inoltre una importantissima osservazione, ed è che a minore velocità le spalmature non riescono ad interporsi fra i due corpi che scorrono l'uno sull'altro, ma che ad una certa velocità non solo ogni spalmatura fluida, ma l'aria stessa, la quale bagna tutti i corpi che sono sulla superficie della terra, viene a frapporsi fra i corpi che si fregano ed a diminuirne notevolmente l'attrito.

Premesse sulla storia dello studio dell'attrito le esposte considerazioni, il cav. Sella fa osservare come allorquando un corpo scorre sopra un altro, le asperità delle due superficie debbono essere causa che si stacchino da entrambe particelle di materia, e l'attrazione delle molecole dell'un corpo sovra quelle dell'altro, che vengono a contatto, debba cagionare in ambedue movimenti vibratorii. Vale a dire che l'attrito è dovuto ad una mutua distruzione dei corpi, ed a vibrazioni che nascono presso le loro superficie di contatto. Sulla vicendevole distruzione dei corpi deve anzi tutto influire lo stato della superficie di ciascuno; sui movimenti vibratorii invece la loro intima natura. In guisa che, se si riescisse ad eliminare, od a ridurre a minimi termini la mutua distruzione dei corpi, l'attrito rimarrebbe essenziale funzione della elasticità dei corpi fra cui s'esercita. Inteso così l'attrito, non si sa scorgere come debba essere indipendente dalla estensione di contatto e dalla velocità, e semplicemente proporzionale alla pressione. Indi è che l'Autore crede

che importi moltissimo lo studiare l'attrito fra larghissimi limiti di pressione, di velocità, di estensione di contatto e di durata del fregamento, e lo indagare come varii l'attrito col variare della direzione secondo cui si esperimenta sovra corpi i quali, come i cristalli, hanno diversa elasticità in diverse direzioni. A tale intento non possono, a suo avviso, giovare nè i metodi del *Coulomb* o del *Morin*, nè quelli del *Poirée* o del *Bochet*, perchè troppo grossolani e più acconci ai bisogni della meccanica applicata che non alle esigenze della fisica molecolare. La bilancia dell'*Hirn* corrisponderebbe in parte allo scopo, ma non è applicabile ai cristalli, e lascia troppa incertezza sulla distribuzione delle pressioni fra i due corpi che si confricano.

Il Sella propone invece due strumenti, cui dà il nome di *tripsometri*, fondati sui seguenti principii:

Si ponga un corpo piano sopra un cilindro che gira, l'attrito tenderà a spostare il corpo, e se questo è tenuto da un elastico, la sua tensione darà la misura dell'attrito. Ovvero si posi il corpo sopra un disco girante attorno ad un asse verticale, la tensione dell'elastico che vale ad impedire il trascinamento del corpo misurerà pure l'attrito.

Con questi tripsometri si può indagare l'attrito fra limiti larghissimi di velocità; la confricazione fra i due corpi si può far durare fino a che sia tolta ogni asperità, e col mezzo d'una macchina pneumatica può essere tolta l'influenza dell'aria; inoltre possono esperimentarsi corpi di piccole dimensioni come i cristalli.

Il tripsometro a cilindro vale per lo studio delle variazioni dell'attrito nei cristalli a seconda che variano le direzioni in cui si esperimentano.

Il tripsometro o disco giova per le indagini per le variazioni dell'attrito coll'estensione del contatto.

Fino dal 1859 l'Autore aveva ordinato al valente Froment la costruzione del tripsometro a cilindro, ed avendolo testè ricevuto, lo presenta ora all'Accademia. Quest'apparecchio consta di un movimento di orologieria, che pone in moto due cilindri di cui si ha la velocità per mezzo di un contatore. Sopra uno, o sopra entrambi questi cilindri si posano dei corpi fissati ad una verga i cui estremi sono raccomandati al capo di un ela-

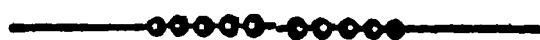
stico che si tende più o meno per opera di una vite che ne fissa l'altro capo. I due cilindri girano in senso contrario in guisa che quando sovra entrambi si esercita il fregamento, le tensioni degli elastici danno le differenze fra i due attriti, o si ha invece l'attrito assoluto allorquando il fregamento non si esercita che sopra uno dei cilindri.

I risultamenti di alcune prime esperienze fatte con tale tripsometro dal cav. Sella e dall'ingegnere Montefiore (presente a quest'adunanza) sarebbero:

I. *Fra gli stessi corpi l'attrito varia moltissimo a seconda della nettezza delle loro superficie*. Infatti, sovraposta una lastra di quarzo ad un cilindro di ottone, l'attrito cresce anche fin oltre al doppio col continuare del fregamento, e si riduce immediatamente entro i limiti di prima, se per opera di un pezzetto di carta interposto tra il cilindro e la lastra, se ne ripuliscono le superficie.

II. *Fra i limiti di velocità compresi tra zero e mezzo metro per secondo, l'attrito cresce col crescere della velocità*. Così, per esempio, tra una lastra di quarzo ed un cilindro di ottone il rapporto dell'attrito alla pressione crebbe gradatamente da 0, 12, a 0, 19, col crescere della velocità da uno a 55 cent. per secondo; il quale risultamento essendo in contraddizione diretta con quelli ottenuti sulle ferrovie, dimostra, o che alle grandi velocità delle ferrovie si interpone l'aria fra la rotaia ed i treni, in guisa da scemarne l'attrito, ovvero che l'attrito è tale funzione della velocità che col crescere di questa cresce fino ad un certo *maximum*, oltre il quale va diminuendo.

III. *L'attrito varia ne' cristalli a seconda della direzione in cui s'esercita*. Così nel quarzo, p. e., e dentro i sovra indicati limiti di velocità, l'attrito parallelamente all'asse cristallografico di simmetria è notevolmente più grande che nella direzione perpendicolare a tale asse.



SULL' ELETTRICITA' ATMOSFERICA; NOTA DEL PROF. PALMIERI.

« Da che Alessandro Volta tentò di provare che l'acqua passando allo stato aeriforme svolge elettricità, un gran numero di abili sperimentatori italiani e stranieri con mirabile concordia lo negò dietro svariati esperimenti condotti con ogni diligenza. Per la qual cosa sembrerà forse audacia la mia di avere osato tornare sopra una materia che sembrava autorevolmente giudicata; ma la natura con troppa eloquenza mi parlava in contrario ne'miei lunghi studii sull'elettricità atmosferica, e mi sforzava a meglio interrogarla. E veramente, il mio nuovo apparecchio a conduttore mobile (coronato dall'Accademia delle scienze di Lisbona) e la opportunità del sito in cui è collocato, mi han fatto vedere ciò che aveva dovuto sfuggire a coloro che mi precedettero nelle stesse indagini; per tal modo mi è stato possibile combattere non pochi accreditatissimi errori e scoprire le vere leggi della elettricità atmosferica. (V. Lezioni di meteorologia. Annali dell'Osservatorio vesuviano).

Studiando dunque la elettricità atmosferica mi era occorso tra le altre cose di notare: 1. che le tensioni crescono col crescere dell'umidità relativa dell'aria quantunque questa possa durare per qualche tempo e le tensioni elettriche debbano prontamente scemare; 2. che le forti tensioni capaci a tradursi in vivaci scintille sopra i conduttori esposti all'aria libera corrispondono solo e sempre alla caduta di pioggia, grandine o neve o sul luogo delle osservazioni, o ad una certa distanza da esso che può essere di molte miglia con le grandi pioggie tuttochè tranquille e non temporalesche.

Laonde a me parve chiaro che il condensamento dei vapori era accompagnato da svolgimento di elettricità positiva, la quale induce intorno a sè elettricità negativa secondo la legge da me scoperta e dal Quetelet rifermata. Il fumo del Vesuvio finalmente con le vigorose tensioni e positive, quello delle fumarole da me condensato per distillazione mi confortavano nella medesima sentenza.

Tutti coloro che mi avevano preceduto si erano rivolti a cercare la elettricità svolta dalla generazione de' vapori nella coppa di platino in cui ponevasi l'acqua, ma dovendo escludere ogni combustione come sorgente calorifica, per cagione dell'elettricità che con essa si manifesta, si fe' ricorso alle coppe rendute prima incandescenti, le quali dal canto loro presantarono parecchie difficoltà; perocchè da prima lo stato sferoidale, poscia i rapidi scrosci di bollimento con manifestazioni elettriche di dubbia origine per cagione dell'attrito, e finalmente la difficoltà di poter ottenere una regolare ebollizione per qualche tempo furono tali cagioni da non permettere alcuna legittima conclusione.

Ciò posto, io pensai da prima rivolgermi a cercare la elettricità che doveva ottenersi condensando i vapori, per cui mentre l'acqua bolliva lentamente in una coppa di platino non isolata, raccoglieva il vapore in apposito refrigeratore di platino collocato ad una altezza di circa 6 decimetri dalla superficie dell' acqua, e per mezzo dell'elettroscopio condensatore mi assicurai della elettricità positiva che manifestavasi. Preso animo da questi risultamenti favorevoli, cercai l'elettricità negativa della coppa di platino isolata e messa in comunicazione col piattello inferiore dell'elettroscopio condensatore, concentrando sull' acqua distillata in essa contenuta i raggi solari per mezzo di una lente di circa un piede di diametro; ebbi così una ebollizione superficiale appena visibile, ed elettricità negativa nella coppa. Ho variato le esperienze in vari modi, ho sperimentato su diversi liquidi, e tutto il lavoro sarà pubblicato negli *Annali*.



INTORNO ALLA CORRISPONDENZA CHE PASSA TRA I FENOMENI METEOROLOGICI E LE VARIAZIONI D'INTENSITA' DEL MAGNETISMO TERRESTRE; MEMORIA DEL P. ANGELO SECCHI.

Il soggetto che mi propongo di studiare nella presente Memoria è uno de' più importanti della fisica terrestre, al quale si è cercato più volte di rispondere, ma che finora sembra aver

sfuggito la penetrazione la più accurata dei fisici. Non sono è vero mancati dei dotti che abbiano ideato delle relazioni tra le vicende meteorologiche e le variazioni magnetiche o le aurore boreali, ma non mi è noto che a nessuno sia riuscito di metterle rigorosamente in evidenza; ed anzi se qualcuno vi si è accinto, il risultato non è paruto soddisfacente, onde non è passato tra le cose ricevute dalla scienza. Sembrerà quindi cosa inutile il tornarvi sopra e perdervi tempo, nè io lo farei, se non avessi avvertito un nuovo ordine di fatti. Finora tali discussioni si sono sempre fatte prendendo per base le variazioni della declinazione, ovvero le perturbazioni straordinarie e violenti, lasciando affatto in disparte le variazioni della intensità: ma ognun vede che molto probabilmente questa potrebbe esser più influenzata che quella, potendo la forza variare di intensità o di inclinazione senza mutare la sua direzione orizzontale, nel qual caso la bussola di declinazione non darebbe alcun segno. D'altronde gli strumenti di intensità sono di invenzione assai recente, e poco comuni, onde non è da maravigliare che non siasi ancora fatta con essi alcuna ricerca di proposito. Di più la tendenza destatasi in questi ultimi anni a considerare i fenomeni magnetici come di ordine cosmico, ha distolto i fisici dallo studiarli nei loro rapporti atmosferici e meteorologici. Questa relazione forma una delle basi di ricerca a cui erano diretti gli Osservatorii coloniali inglesi, e perciò si unirono ad essi gli strumenti magnetici coi meteorologici, ma sotto questo aspetto di mutua relazione non è ancora stata intrapresa alcuna discussione, e quantunque regni nei paesi settentrionali la persuasione che l'aurora boreale sia foriera di guasto nello stato atmosferico (V. *Watkins*, *Monthly proceedings of the R. Soc. London* vol. IV pag. 810), alte autorità scientifiche vi sembrano contrarie.

1. In questo mio primo tentativo, protesto che non pretendo per ora di stabilirne definitivamente le leggi: e così pure lascierò al giudizio dei fisici il decidere se le prove siano sufficienti o no: solo presenterò que' fatti che sembrano i più importanti, senza entrare nemmeno a cercare come spiegarne il modo di azione, e sarò contento se riuscirò a tirare su questa importante materia l'attenzione dei fisici.

2. La variazione diurna dell'intensità magnetica si deduce dalle osservazioni del magnetometro bifilare e del magnetometro verticale, che trovansi descritti nelle *Memorie dell'Osservatorio* pel 1859°: i moti di questi due strumenti sono complementarii in modo che dipendono tanto dalla variazione della inclinazione che della intensità stessa, i cui valori separati si deducono per le note formole dalla variazione dei due strumenti. Non essendo lo scopo di queste indagini altro che il cercare *se vi sia* una qualche relazione tra le variazioni magnetiche e le meteorologiche, non ho creduto necessario entrare nelle particolarità delle speciali riduzioni, per separare ciò che spetta alla inclinazione da ciò che spetta all'intensità, ma mi è sembrato che per conoscere se le perturbazioni di questi due strumenti erano in qualche relazione colle vicende stesse atmosferiche, fosse sufficiente di notare il numero delle volte di tale coincidenza. Di più uno di essi non essendo mai sturbato senza dell'altro, ho ristretto il mio studio principale al bifilare la cui costruzione più delicata, permette maggior fiducia nei risultamenti.

3. I primi fenomeni che mi indussero a sospettare questa corrispondenza furono i seguenti: 1°. La regola generale di vedere questi strumenti più perturbati nell'inverno che nella bella stagione estiva: 2°. il vedere che il bifilare e il verticale si mostravano notabilmente spostati dal loro medio nei giorni di tempo cattivo: 3°. che durante le forti tramontane e i venti freddi essi salivano a gradi straordinarii, anche quando il declinometro non mostrava variazioni sensibili, e che coi venti sud calavano: 4°. che il bifilare assai superiore all'altro per la delicatezza somma della sua costruzione era sensibile a tutte le minime variazioni atmosferiche anche talora di brevissimo periodo. Il citare tutti i casi di questa specie sarebbe tessere la storia di quasi tutte le osservazioni fatte finora e quindi li ridurrò ad alcune classi particolari.

La prima è quella degli annuvolamenti repentini.

4. Se durante un bel giorno sereno succede un rapido annuvolamento su una parte considerabile della superficie del cielo, è immancabile una qualche perturbazione del bifilare. Questa spesso diviene notabilissima, cioè di 15 o 20 divisioni della scala, e tal fatto è sì costante che al vedere in un bel giorno

sviarsi dal suo luogo lo strumento ho preconizzato ed indovinato più volte la vicenda. Spesso però le nubi si presentano solo all'orizzonte poco lontano, ma sono capaci ad influire sullo strumento.

Singolare fu il caso del dì 14 Dicembre del 1859 in cui dopo una lunga serie di bei giorni a oscillazioni regolari, l'ago alle 3 pom. a cielo bellissimo si mostrò assai fuor del solito luogo, onde notai positivamente nel giornale il fatto come eccezionale alla induzione antecedentemente formata: ma non furono corse due ore, che un nero strato di nubi si affacciò all'orizzonte dal S. O. e presto ricoprì tutto il cielo, e fu questo poi principio di una serie di giorni assai cattivi. I brevi annuvolamenti non passano senza far deviare di 3 o 4 divisioni lo strumento. Le nubi che hanno più influenza sull'ago sono i cirri bassi e spiumati, e di un aspetto sfilacciato e che sembrano aver luogo ad altezza non molto grande, ed esser fortemente elettriche. Dell'influenza de'lampi ho detto altrove che l'ho verificata più volte.

5. La seconda classe è formata dalle variazioni di temperatura accompagnate o no da burrasca atmosferica. Un esempio insigne, tra molti e frequentissimi che potrei citare, è quello verificatosi nel dì 14 Aprile 1860 in cui nel mezzo ad una serie di giorni regolari, si ebbe una forte bufera di grandine con burrasca che durò poche ore. Ora quel dì il verticale ebbe paralizzata quasi perfettamente la sua corsa che suol fare dalle 9 a mezzodì, e il bifilare discese di oltre a 15 divisioni sotto al medio, e finita la burrasca ciascuno seguitò il suo andamento regolare. Così coi temporali dei 5 e 6 Maggio si ebbero forti perturbazioni, e ai 30 di Aprile un forte caldo arrivato improvvisamente fu accompagnato da contemporanea perturbazione magnetica. Potrebbero a questo articolo rivocarsi le numerose perturbazioni dell'Agosto e Settembre 1859 che succedettero a giornate che furono caldissime fino ai 15 Agosto alle quali tenne dietro una notabile diminuzione di temperatura e che sembrò esser generale in una gran parte del globo. S'intende sempre che l'indicazione degli aghi è corretta dall'effetto dovuto alla lor propria variazione termometrica la quale però è sempre piccola.

Questi fatti particolari possono moltiplicarsi all'infinito, ma a dir vero senza dar grave peso alle prove, perchè potrebbero sempre dirsi coincidenze fortuite. Ho dunque cercato di mettere il fenomeno sotto un aspetto più palpabile e più generale.

6. Ho perciò cercato in 3°. luogo qual fosse la relazione tra la posizione del bifilare e del vento, giacchè tutti sanno che lo stato atmosferico è così connesso con questo elemento, che esso è quello che decide di ciò che dicesi comunemente tempo buono o cattivo.

Per venire a capo di tale confronto in modo facile e sicuro, ho costruito nei quadri decadici del mio meteorografo tutte le curve del bifilare e del verticale giorno per giorno, tracciandovi una media abbastanza libera e sufficiente per conoscere le inflessioni generali senza entrare in un pelago di cifre a cui non sarebbero bastate le mie sole forze se anche avessi voluto occuparmene. Su questi quadri essendo registrata la velocità del vento, la sua direzione, la pioggia, il termometro e il barometro, può scorgersi a colpo d'occhio la mutua loro relazione colle curve magnetiche. Ora da questa non lieve fatica risulta la legge seguente:

« Fra tutte le perturbazioni degli istrumenti di intensità non « ne esiste nessuna la quale non sia contemporanea, o al più « distante di due giorni di qualche perturbazione atmosferica; e « viceversa non vi è perturbazione atmosferica violenta senza « la compagna nelle magnetiche ». La perturbazione atmosferica si manifesta comunemente con forti venti, con temporali, con pioggie, o almeno con una mancanza e rovesciamento del solito periodo del vento, il che è chiaro indizio che la burrasca ha avuto luogo a non molta distanza. La perturbazione magnetica non sempre consiste in agitazioni strane degli aghi, ma più ordinariamente in notabili spostamenti della loro posizione media, senza sovente variare il periodo regolare diurno, ma spostandolo di più divisioni, per più giorni consecutivi, come apparisce dalle curve presentate all'Accademia.

7. Per comprendere vie meglio la mutua dipendenza delle due classi di fatti, ho riportato su di altri fogli i medii stessi de' due strumenti, e vi ho tracciato sotto corrispondentemente a ciascun giorno, con colore distinto, una linea esprimente in

lunghezza la intensità del vento dominante in quel giorno, distinguendo con particolar colore i principali rombi (rosso il Sud, giallo l'Est bleu il Nord, verde l'Ovest).

Da questo secondo lavoro è risultato « che le parti alte o « ascendenti della curva del bifilare, coincidono coi venti Nord « e Ovest, e le parti basse o discendenti coi venti Sud ed Est, « e più generalmente coi venti variabili di Est ». È singolarmente manifesto in queste curve anche un altro fatto, cioè « che la « calata del bifilare si fa assai più rapidamente che la salita, « talchè la discesa operata in un giorno, ne esige almeno due « o tre ad esser riparata ». Nei giorni calmi e di periodo di vento normali, gli strumenti fanno le loro oscillazioni regolari come i termometri, ma il primo segno di una burrasca vicina è il mutare del vento e con esso la irregolarità delle curve magnetiche. Singolare per la regolarità fu il periodo dai 18 ai 23 Ottobre 1860 tutto di giorni bellissimi. Spesso si ha un'enorme dilatazione nell'escursione di uno degli strumenti mentre l'altro oscilla appena. E ciò spiega, perchè colle indicazioni del declinometro siano stati indotti alcuni a negare ogni connessione fra i fenomeni magnetici e meteorologici: perchè talora si trova influenzato solo il bifilare, talora solo il verticale, e talora solo il declinometro. Ma in generale mentre uno si ristringe l'altro si allarga. Il che può spiegarsi dalle formule delle variazioni secondo che varia solo l'inclinazione, o l'intensità risultante; ma di ciò parleremo altra volta.

8. Non potendo dare qui le curve colle tinte corrispondenti, ho discusso in altro modo queste osservazioni, cercando cioè qual fosse il vento dominante in ciascun giorno, e notandolo rispettivamente sotto i titoli de' moti dell'ago *ascendente o alto,* e *discendente o basso*, e *perturbato*. I risultati di questa ricerca sono compresi nel quadro seguente separatamente pei mesi invernali ed estivi del 1860.

Il vento dominante, si è determinato in ciascun giorno mediante l'ispezione del meteorografo, con questa avvertenza però che quando esso varia come suole nei giorni belli e tranquilli dal N. nella mattina, all'O. e al S. O. nelle ore pomeridiane, esso si è notato come vento N., perchè la componente S. O. è un vento basso proveniente dalla prossima marina, mentre in

alto il vento generale è Nord. Similmente i venti giranti da S. E. a S. O. si sono messi tra i venti Sud, quando accade tal giro dalla parte meridionale: le calme e i venti irregolarmente variabili sono notati a parte.

MAGNETOMETRO

Venti		Ascendente o alto	Discendente o basso	Perturbazioni
Inverno dal 1° Novembre ai 30 Maggio 1860	S. volte n°.	8	42	4
	E.	7	18	1
	N.	69	11	4
	O.	26	12	1
	Calma	0	0	7
	Var.	3	5	6
	Somme	113	88	23
Estate dal 15 Giugno al 1° Novemb.	S.	12	39	6
	E.	2	4	1
	N.	50	6	2
	O.	16	9	0
	Calma	0	1	1
	Var.	4	1	3
	Somme	84	60	13
Anno	S.	20	81	10
	E.	9	22	2
	N.	119	17	6
	O.	42	21	1
	Somme	190	141	19

Da questo quadro risulta che dei 141 casi di vento osservati a bifilare basso o decrescente, 81 sono col vento Sud, cioè $\frac{4}{7}$ del totale; e di 170 casi di magnetometro alto o ascendente 119 sono col vento Nord, cioè più di $\frac{2}{3}$.

Ora una tale coincidenza dedotta da un anno intero di osservazioni discusso minutamente (e che trovasi anche confermata tanto dall'anno antecedente che dai mesi seguenti), non può esser fortuita, ed è duopo ammettere che almeno per Roma la cosa non è meramente accidentale, e resta sola a verificarla per altri siti.

10. L'esame comparativo delle curve diurne mostra che le più forti salite hanno luogo colle violenti tramontane, e le discese maggiori coi venti Sud o colle calme, le quali sembrano essere assai influenti, o certo non meno dei venti Sud. La ragione di ciò sembra essere che le calme sono realmente prodotte da un debole vento Sud, poichè non si verificano che in caso di contrasto de' due venti S. e N. deboli ambedue e incapaci di vincersi reciprocamente, onde il barometro in tali occasioni riesce spesso altissimo per l'accumulamento d'aria prodotto dai medesimi sopra di noi.

Però qui è da fare una osservazione; ed è che non si può pretendere di trovare sempre una stretta contemporaneità di azione fra le due classi di fenomeni, perchè l'azione meteorologica che mette in moto l'elettrico perturbatore degli strumenti, ha spesso luogo a grande distanza ed esige un certo tempo, per propagarsi fino a noi, mentre l'azione elettrica può propagarsi in tempo brevissimo da regioni assai remote, onde avverrebbe che se si tenesse conto di tali anticipazioni, si accrescerebbe anche più il numero delle coincidenze suddette de' due venti S. e N, ma in questa prima discussione non ho creduto dovere approfittarmi di tale estensione, che avrebbe un poco pregiudicato i risultati.

11. Finalmente non dobbiamo omettere il fatto che parecchie delle nostre ondate magnetiche sono state contemporanee ad aurore boreali vedute nei paesi settentrionali, onde pare che molti di questi mutamenti debbano ascriversi a tale classe di fenomeni, nè può cader dubbio che le aurore siano fenomeni puramente elettrici, dopo che ciò è stato ad evidenza provato

dalle correnti elettriche manifestatesi nei fili telegrafici ad occasione delle aurore boreali dell'Agosto e Settembre del 1859. Le aurore lontane sono certamente le cause perturbatrici principali, di cui gli altri minori fenomeni da noi osservati, non sono che casi particolari e più deboli. Ma probabilmente esse non sono la sola causa adeguata, e pare che vi possano essere manifestazioni di correnti elettriche nel globo terrestre anche senza l'aurora. Oltre le correnti che si manifestano talora nei fili telegrafici anche senza visibile temporale, è da ricordare che il Barlow fino dal 1847 verificò che correnti elettriche circolano continuamente ne' fili telegrafici con periodi diurni fissi analoghi precisamente al periodo del bifilare (1). Ora che si ha tanta copia di tali lunghi circuiti sarebbe a fare su di essi novelle ricerche più precise.

12. Siccome i giri del vento sono in relazione coll'altezza del barometro, potrebbe aspettarsi una relazione tra i moti di questo strumento e quelli di intensità. Hansteen credette già aver intraveduto una variazione nella intensità in relazione coll'andamento barometrico (2), ma le sue osservazioni erano affatto insufficienti: le nostre di tre anni non vi si oppongono, anzi tendono a comprovarlo, ma non sono ancora state discusse sotto questo riguardo.

13. Per completare lo studio comparativo di tutti i fenomeni che esser possano in relazione colla forza magnetica, resterebbe a connetter le loro indicazioni colla elettricità ordinaria atmosferica, col che forse potrebbesi svelare finalmente il vero unico principio da cui dipendono le variazioni magnetiche che sono finora tanto misteriose nella loro origine (3).

(1) Egli credette essere il periodo loro quello del declinometro, ma a torto, il vero loro periodo è quello del bifilare. V. *Month Proc. Roy. Soc.* London vol. v, pag. 682 pel 1847.

(2) V. Bibl. Univ. di Gin. Tom. 33.

(3) Dopo letta questa Memoria ho costruito un apparato esploratore per l'elettricità atmosferica e l'ho trovata sempre fortissima durante le perturbazioni. Il sig. prof. Volpicelli mi dice avere anche Dallman notato ciò da molto tempo: questo confermerebbe il detto di sopra.

Conclusione.

14. Dal detto in questa Memoria e da uno studio più assiduo che da qualche tempo sto facendo sull'andamento di questi fenomeni, mi pare *doversi assolutamente ammettere una dipendenza delle variazioni magnetiche dalle meteorologiche*. Ciò non vuol dire che questa sia l'unica causa influente: le belle ricerche di Sabine sull'influenza della Luna, e le anteriori ricerche fatte sull'azione solare non escludono le altre cause messe in evidenza dalle presenti ricerche. Le cause cosmiche sono certamente inadequate a spiegare tutte le variazioni che ci mostra l'esperienza, e singolarmente que' rapidi mutamenti di intensità ad occasione di annuvolamenti e di rapide variazioni di temperatura, non mi pare che possano avere la loro origine in cause diverse dalle meteorologiche. Non deve dissimularsi che ammessa tale influenza meteorologica resta molto diminuita la probabilità di un'azione solare diretta, tanto più che la teoria su cui si appoggia quella deduzione, applicasi anche al caso di una azione indiretta. Ma non dovrebbe mai tardarsi un istante a mutare le teorie quando ciò fosse richiesto dai fatti. Ad ogni modo è questo un soggetto che merita la più seria attenzione de' fisici, perchè, oltre l'importanza scientifica, può riuscire di molta utilità pratica, dando un mezzo da poter forse prevedere le vicende atmosferiche, e la ragion fisica della connessione delle due classi di fatti non mi pare molto difficile a comprendere, perchè sono fuor di dubbio i seguenti principii:

1.° Ogni equilibrio meteorologico che produca condensazione o rarefazione di vapore o altro, produce squilibrio di elettricità.

2.° L'equilibrio di questo agente non può ricostituirsi che per via di corrente che si scarica da luogo a luogo sulla superficie terrestre.

3.° Questa corrente non può a meno di non agire sui magnetometri e di esser da essi accusata.

Il fatto adunque e la teoria sembrano d'accordo, ma resterà sempre a riconoscere le leggi con cui sono mutuamente legati i fenomeni e ciò non sarà di facile impresa: noi cercheremo di fare quel poco che si potrà coi nostri scarsi mezzi onde

rintracciarle, ma sarà bene che anche per altri siti venga prima assicurata la costanza del fatto.

Per conferma di quanto ho esposto finòra, credo non inutile dare un confronto generale delle burrasche e delle perturbazioni magnetiche dall'epoca in cui fu completamente istituito all'Osservatorio il meteorografo fino alla fine dell' anno 1860, che abbraccia uno spazio di quasi due anni. Da questo confronto si ricava che le variazioni magnetiche sono di varie specie, e che oltre le note compagne delle aurore, vi sono altre variazioni: tali p. e. le esagerazioni per periodo diurno in uno degli strumenti a spese dell' altro, lo stato loro abitualmente depresso o elevato benchè regolare, e ora il periodo doppio ora semplice nel bifilare, possono dirsi nuove scoperte in questa materia, essendo cose le quali sono ancora pochissimo studiate e conosciute dai fisici (1).

CONFRONTO FRA LE VARIAZIONI MAGNETICHE E LE METEOROLOGICHE.

N. B. Si comincia dall'epoca dei 22 Febbraio 1859 in cui si mise in ordine il mulinello dell'anemografo colle braccia lunghe come sta attualmente e perciò i risultati sono comparabili.

Una divisione del bifilare = 0,00010 circa della forza orizzontale e una div. dal verticale = 0,00006 della componente verticale. Febbraio 1859.

22 e 23. Perturbazione forte. Calata di 15^d del bif. per due giorni con oscillazione assai grande. — Vert. crescente e tempo sereno, vento N. N. E. ma il barometro è inquieto. Il bar. a 6^h pom. del 23 fa una forte calata, di 5^{mm} che poi si rimette.

24 e 26. Il Bif. ascende lentamente, ma è sturbatello con doppio periodo diurno: calma: volta il vento.

(1) Per la descrizione delle varie perturbazioni, veggansi le *Memorie dell'osservatorio del Coll. Rom.* pel 1859, nella descrizione dell' osservatorio magnetico ivi contenuta. Se colle note formole differenziali degli strumenti, bifilare e verticale, si calcolino le variazioni di intensità e di inclinazione, si trovano queste molto più frequenti che quelle, anzi la maggior parte sembrano mere variazioni della inclinazione senza mutamento della intensità totale.

26 e 27. La variazione diurna del bifilare è quasi svanita e ridotta a due o tre divisioni: nel 27 si dichiara vento S. E. e cala il barometro dopo il mezzodì del 26. Il verticale cresce assai la sera del 26 durante un annebbiamento. Durante il S. E. cala rapidamente.

29. 6^h pom. piccolo temporale: v. di S. E. agitazione degli strumenti

Marzo

8 a 11. Piccola inflessione del bif. di circa 4^d, e di 8^d del verticale. Nel bif. discesa che accompagna la calata del barometro, e risale all'arrivo della tramontana.

14 a 17. Tempo cattivo che si risolve in piccola pioggia. Bifilare assai alto il 15: risale al migliorare del tempo e col vento N. poi ridiscende e risale, ai 19 col barometro.

23 e seg. Burrasca e barometro assai basso. Il bif. è solo leggiermente sconcertato nella curva diurna, che è sempre a doppio minimo. Al voltare della tramontana risale un poco, indi ricasca (24) per il ritorno di O.

30. Sud forte, barometro basso, cala il bif. accompagnando il barometro e sale poi con esso. Il verticale va in senso opposto e fa una enorme escursione diurna il dì 31.

Aprile

10. Il barometro cala rapidamente ed è una delle solite burrasche caratteristiche. Il bif. manca perchè si stà sperimentando pel calore e facendo i preparativi. Ma il verticale fa una forte calata, e mostra la perturbazione, con una variazione diurna esagerata e spostamento dal medio di $10.^d$

21 e 22. Dal 12 al 18 il tempo non c'è male, ma il 17 è sturbato il vento, e se ne risente il barometro, e il bifilare. Ai 19 nebbione ed afa, cala il bif.: ai 21 e 22 dichiarata perturbazione: ai 22 aurora boreale a Parigi: in tutti i 10 giorni antecedenti il verticale aveva una escursione diurna straordinariamente grande che nei giorni precedenti era fino di 20^d! La perturbazione è assai grande e fa calare il bif. e crescere il verticale. Dopo questa scossa sono sempre poco regolari gli strumenti fino alla seguente perturbazione.

30. Altra calata forte del bifilare e cresciuta del verticale. La mossa comincia soffiando Est, e il barometro benchè non cali mòlto è però sturbatissimo. Il minimo degli strumenti sta col Sud. La curva barometrica è assai tormentata. Il bif. nel risalire agli 1 e 2 non fa variazione diurna, ma corre sù quasi con moto continuato.

Maggio

4 e 7. Due ondate barometriche in mezzo alle quali è una ondata magnetica dai 6 ai 7. Dopo ripiglia il buono e l'andamento regolare. Solo il verticale fa escursione grande diurna spesso di 20^d! È curioso che sembra allora ristretta la variazione del bifilare.

15 e 16. Pioggia e temporale con qualche variazione degli strumenti, non però grandissima, ma tanta da mostrare che vi è influenza.

20. Perturbazione, prima in crescere poi in calare: il medio cambia di 12^d: idem il verticale (inteso col suo segno). Questa è seguita da due giorni bellissimi, e finisce così una serie di giorni disturbatissimi.

22 al 4. Giugno Serie di giorni quasi regolare: però si vede che vi è una piccola inflessione nel medio in que' giorni che procedono una soffiata di Sud: tali sono i giorni 25 e 30.

8 e 9. Il vento da regolare si mette al Sud, e gli strumenti cambiano. Forte calata del bifilare di $8.^d$ e cresciuta di $12.^d$ e del verticale il giorno 8. Anche qui precede una esagerata escursione diurna del verticale che nei giorni precedenti era di circa $20.^d$ e intanto si restringeva il bifilare.

16 e 17. Forte calata del barometro con temporali e tempo pessimo. Forte disturbo del verticale in — che esce fino di scala, cala pure notabilmente il bifilare che però comincia il giorno avanti.

24 e 25. Piccola inflessione al ritorno del buon tempo dopo alcuni giorni sturbati.

Luglio

3 e 4. Giornate caldissime, benchè soffi il N. O: cosa assai curiosa. Singolare escursione diurna di — 20^d oltre il solito in tutti e due gli strumenti nel giorno 3, ma che

poi manca affatto nel bifilare il dì 24. Le medie si trovano poco spostate: di circa 5ᵈ al più.

7 al 10. Giorni di temporali, e impazzimenti d'ogni genere del bifilare. Il verticale poco se ne risente.

16 e 18. Calata del barometro. Burrasca di vento N. Gli strumenti si spostano in — di 8 in 10 divisioni con forte escursione diurna.

3 e 8 Agosto. Escursione spettacolosa del verticale, e ristrettissima del bifilare. La media di questo si conserva quasi la stessa, ma nel verticale in 3 giorni cala di 15.ᵈ Sono giorni caldissimi. Dopo i 9 si regolarizzano meglio le corse, ma dura poco.

15. Forte spostamento delle medie degli strumenti. Il bif. cala di 8.ᵈ e il verticale di 12. Coincidenza perfetta colla calata del caldo che si era sostenuto fin qui insoffribile fino a 36° C. Questa scossa precede di 3 giorni la voltata definitiva del vento al S. che poi porta il guasto del tempo.

20 a 25. Il barometro basso. Il bifilare è irregolare, ristretta la variazione del verticale, il termometro a 17° soli, ai 24 la media cala in ambedue di circa 5ᵈ.

28 ai 2 Settem. Ai 28 escursioni irregolari e perturbazione evidente. Ai 29 aurora boreale a Roma e dappertutto in Europa (e in America). Ai 30 piove. Vento E. S., che fa tutto il giro. Barometro basso, che risale al 1 Settembre.

3, 4 ec. Perturbazioni così strane tutti questi giorni che è impossibile tenerne conto. È questo certamente effetto degli enormi caldi passati, e del rapido abbassamento di temperatura accaduto. Dopo si seppe che l'aurora si era veduta fino all'equatore e all'emisfero Sud.

8 e 9. Forte aumento del bifilare fino a uscire dalla scala. Pure vi è mossa, ma minore nel verticale. Barometro costante, ma incerto: vento deb. che è quasi calma, solo un poco N. la media resta permanentemente spostata di + 29.ᵈ nel bif. e — 10ᵈ nel verticale.

12. Piccola burrasca: barometro e termometro abbassati: se ne risentono per questo giorno anche gli strumenti magnetici, ma il medio non cambia.

17. Forte burrasca dai 17 ai 19: sale il bif. e cala il verticale. Venti dominanti Sud.

24 e 25. Piccola ondata degli strumenti; calma di vento troppo strana in questa stagione. Ciò è indizio di burrasca altrove. Il poco vento è di Ovest, prima era Sud.

Ottobre

1 2 3. Forte perturbazione di cui qui non si vede veramente connessione cogli altri fenomeni (è la prima di questa specie in questo anno). Solo al 30 il vento era Est: al 1°. vi era nebbia e nebbioni in giro, poscia fu bellissimo. La nebbia forse era aurorale.

6. Calma con scarso Est: piccola ondata del medio degli strumenti. Il barometro si mantiene alto: il cielo è coperto.

13. Altra forte perturbazione senza vera burrasca, salvo che il barometro è sturbato agli 11 con gran vento, e nebbia: ai 13 aurora boreale dichiarata. Sicchè vi sembrano 2 classi di perturbazioni, le *aurorali*, e le meteorologiche ordinarie e dovute alle *tempeste*.

18 e 19. Altra perturbazione, ma quieta e che consiste in forti al 24. calate diverse di ambi gli strumenti. Molti cirri spiumati in cielo sono aurorali. Il barometro comincia a calare, e ai 20 si scatena la burrasca di vento, pioggia o grandine, che continua fino al 24 e che produsse danni immensi al N. Essa è il *Royal Charter storm* degli inglesi.

21. Si ha altra ondata magnetica, e sempre sturbati gli strumenti. Rimettonsi gli strumenti coll'andare al buono. Il medio però è ito enormemente spostandosi e ora sta a 120 pel bif. e 80 pel verticale.

Novembre

1 2 e 3. Variazioni e ondate nel medio magnetico. Qui da noi tutto passa con un poco di calma nel vento, e con vento Sud, ma in Inghilterra agli 1 e 2 vi fu forte burrasca. Questo spiega simili casi di perturbazioni che hanno l'origine altrove e si manifestano da noi in altro modo.

10, 11, al 14. Altra burrasca fiera di vento che durò più giorni nei

quali prima cala il verticale, poi cala il bifilare di molto. Finita essa dai 13 ai 17 il bif. sale rapidamente e continuamente, e sale pure il verticale.

18 e 19. Piove e temporale. Bifilare sturbato notabilmente: il verticale resta ancor esso quasi senza variazione diurna ai 19.

24. Forte levantara e S. E. piove. Ondata in — del bifilare e del verticale di circa 5.d

Dicembre

1 e 2. Forte burrasca, grande depressione barometrica. Durante la calata del barometro gli strumenti magnetici sono poco disturbati, ma al suo salire crescono tutti e due rapidamente per 2 giorni, indi si rimettono quasi al loro posto. (È notabile il progressivo aumento del bif. durante quest'anno che obbligò a calare la scala poichè era giunta a 150.d). La salita comincia col N.

13 e 14. Altra perturbazione preceduta da escursioni un poco irregolari in tutti e due gli strum. specialmente l'11 ad una soffiata di S. E. Durante questa perturbazione volta il vento da N. a E. S. e O. e ristabilito N. sono quasi al posto di prima. Il bifilare seguita a crescere da 90.d e si fissa a 100.

19. Altra burrasca caratteristica accompagnata da mediocre onda magnetica.

26 e 29. Altra burrasca e simile spostamento del medio. La variazione diurna del bifilare era oggi quasi nulla, mentre i giorni passati 22, 24 era esagerata di 15d. Continua ad esser quasi nulla colla burrasca del 29.

Gennajo 1860

1 a 3. Giornate di straordinaria calma e nebbia: variazioni a periodo diurno doppio poco regolari del bifilare.

5 e 7. Volta dichiaratamente Sud. Calano gli strumenti, col barometro fino al 7 in cui risalgono col bar. e col vento Nord.

11 a 13. Perturbazione al bifilare, colla levantara: escursione diurna esagerata del verticale, mentre ai 9 e 10 non oscillava quasi nulla: ai 13 soffia il Nord e risalgono.

17. Ricalati al voltare del Sud dopo il Nord, ma di poco.

21 a 24. Forti burrasche consecutive: ai 21 ondata magnetica notabile foriera della burrasca, e inquietudine del bifilare durante questa: sempre periodo doppio nel bif. questi giorni.

28. Forte perturbazione: essa coincide con un minimo barometrico delle molte burrasche di questi giorni.

31. Altra ondata specialmente del bifilare, contemporanea col minimo barometrico della burrasca.

Febbraio

5 6 7. Appena gli strumenti hanno variazione diurna, intervallo tra forti burrasche.

12. Perturbazione dichiarata, dopo continue variazioni sturbate come lo stato del cielo. Quest'oggi grandine. Il barometro da ieri ha salito, e i magnetometri seguono da oggi in poi a rimontare.

17. Perturbazione in cui calavano di nuovo gli strumenti con vento Sud: barometro basso.

21. Forte burrasca: barometro bassissimo. Cala il bif. fortemente — 15^d. e il verticale cresce di + 8 si rimettono andando col barometro quando risale.

27 e 28. Breve, ma forte burrasca per 2 notti consecutive. Il bifilare cresce stranamente, e il verticale ha assai forte variazione diurna, poi cala assai — 10^d.

Marzo

4 a 9. Serie continua di burrasche. Ai 4 burrasca. e verticale fuori della scala, e bifilare senza variazione diurna. Agli 8 altra forte depressione barometrica e calata rapida del bifilare e verticale perturbati. Rimesso il N. risalgono.

16 a 18. Forte depressione bar. e burrasca. Idem negli strumenti magnetici ben risentita, di 10^d. in ciascuno.

28 e 29. Forte perturbazione magnetica della quale per ora non appariva la ragione, fuorchè il tempo era da varii giorni sconcertato e il vento è forte Sud. Ma ecco che al 29 comincia a calare il barometro e ai 30 si ha forte minimo e burrasca con giorni stranamente caldi. Sono questi segnali della burrasca accaduta altrove prima che da noi. Segue tempo e strumenti sconcertati fino al prossimo 9.

Aprile.

9 e 10. Forte perturbazione e tempo pessimo: barometro basso che trovasi risalire all'11 e venire poi la tramontana al 12.

14. Grandine e pioggia verso il mezzodì. Il bifilare fa una enorme escursione in —° e il verticale non fa la solita discesa a mezzodì, evidentemente pel fenomeno che corre. Fatto importante.

19 e 20. Depressione barometrica e burrasca. Ondata del bifilare che sta qualche giorno con piccola variazione diurna e simile nel verticale che l'ha esagerato assai.

25 a 30. Due burrasche accompagnate dalle solite ondate degli strumenti magnetici.

Maggio

5 e 6. Perturbazione forte anche in declinazione, ma mediocre nel verticale. Il solo fenomeno meteorologico che l'accompagna e un salto di vento da N. a S. e un temporale al principio. Ma precedono molti giorni sturbati, e dopo la perturbazione se ne hanno 2 o 3 belli assai.

13 e 14. Barometro basso con pioggia. Il termometro non fa variazione diurna che piccola. Il verticale e il bifilare oscillano poco e si spostano per salire poi ai 14.

19. Gran calma, piccola inflessione nel medio: ma non irregolarità.

23 e 24. Temporale ai 22 in cui comincia la ondata degli strumenti. Domina vento Sud. Minimo del bifilare ai 24 con calma. Dopo due giorni cominciano burrasche per più giorni.

Giugno

1 a 5. Giorni poco regolari, benchè non cattivissimi, pure si hanno temporali e giro di vento per tutti i rombi con dimora all'Est. Ai 5 perturbazione nel verticale e bifilare mancando il N. quella mattina, segno di sconcerto accaduto altrove.

14. Tempo vario fino dal 12. Bifilare sturbato: ai 14 Temporale, e calata del bif. che poi si rimette. Seguono disturbati tempo e strumenti.

28 ai 5 Luglio. Forte perturbazione (si osserva solo nel bif. perchè il verticale è legato da un filo di ragno).

Venti Sud dominanti.

Cala forte il bifilare di — 15 al 1.° Giugno risale col venire forte tramontana fino al 4, ma ai 5 ricasca col vento Sud e poi si rimette salendo a poco col buon tempo.

12 e 13. Sud e Sud Est forti. Calata del bifilare notabile colla levantara, si rimette e poi viene il N.

18 e 19. Giornate poco favorevoli all'ecclisse, esse sono sturbate assai in meteorologia e magnetismo, il bifilare è in grande agitazione tutti questi giorni fino al 25.

Agosto

6 e 7. Forte perturbazione. Il tempo che è regolare da alcuni giorni si guasta. Il barometro al 7 vibra spettacolosamente. Temporali e piogge. Domina vento Sud.

12 e 13. Altra perturbazione insigne con venti forti di tutte le direzioni e dimora in Est, ai 14 temporali e burrasca.

16 e 17. Giorni sturbati in barometro e magnetismo.

18 e 19. Appresso si ha una serie di altri giorni discreti, e regolari in tutto, salvo alcune lunghe ondate nel medio corrispondenti al bello del tempo.

Settembre

6 7 e 8. Forte perturbazione accompagnata da forte Sud, pioggia e burrasca.

12. Giorno di scirocco orribile. Il verticale appena fa la sua variazione diurna; il bif. la fa esagerata in +.

16 a 18. Altri giorni di scirocco simile: perturbazione più forte dell'ultima, cogli stessi caratteri. Vento Sud dominante, tempo e strumenti sturbati fino al 21.

26. Temporale: variazione diurna piccolissima del verticale, e fortissima del bifilare.

Ottobre

1 a 6. Vento S. all'1 e comincia a discendere la media del bif. con irregolarità: ai 3 rivolta N. e sale fino al 6: il vert. l'imita a modo suo.

9 e 10. Burrasca con turbine. Ondata degli strumenti e irregolarità nei bifilare.

12 e 13. Altra burrasca con simile ondata. Al risalire del bar. il bifilare fa nel pomeriggio una gran corsa passeggiera in —°.

16 al 27. Giornate regolarissime in meteorologia e in magnetismo. Solo al 22 una piccola inflessione della media per un poco di vento irregolare. Il bifilare ha periodo semplice, il che è notabile.

28 a 31. Dopo questi giorni regolari cala il bif. e si sturba e scende assai al 30 (di—8d); il vento forte diventa irregolare, e si ha solo dominante il N. invece del solito mite S.O. Da noi il tempo è bello, ma questi sono segnali che altrove si guasta e infatti cominciano le burrasche.

Novembre

1, 2, 3, 4. Burrasca di vento N.E. cala il bar.° ai 3 altra calata del bif. accompagnata da calata del bar. e vento forte.

7. Burrasca di vento N.E con pioggia. Sale il bifilare, ma con poca regolarità di 10d sopra il medio spirando una fiera tramontana di 30.mis per ora, finita la quale ridiscende di 5d ai 9.

10. Comincia altra salita col rinforzare della tramontana che poi ricala col Sud e la calma dai 14 ai 17.

18. Perturbazione in meno, durante il vento Sud e il bar.° basso. Risale il bif. col barom.° al venire la tramontana.

23. Cala il bar.° e il bifilare: burrasche di v. Sud fino al 27.

28. Caldo forte per questa stagione (19°). Bif. perturbato.

N. B. La variazione diurna di temperatura degli strumenti è sempre piccolissima, non arrivando a 1°. Farheneit, anche nei tempi estivi. La sala è tenuta per ciò molto custodita. Un grado di variazione di termometro si è veduto che porta nei due strumenti una variazione minore di una divisione della scala, cioè 0d. 8. Del resto le mosse dovute alla semplice temperatura interna sono spessissimo in senso opposto alle variazioni che hanno effettivamente luogo. Ciò è necessario avvertire per togliere qualunque sospetto sull'influenza della temperatura della camera su le sbarre. Per più dettagli su di ciò vedi le citate *Memorie dell'Oss. del Coll. Rom.* pel 1859.



Segue l'articolo: Descrizione dell' Osservatorio magnetico del Collegio Romano ec., del P. A. Secchi.

Valore delle scale.

8. Magnetometro grande. Valore di una divisione della scala di carta a diagonali, riflessa dallo specchio . . . . = 1'.20".5 ossia = 1'.341 : 10 oss^{i}.

Idem: valore di una divisione della scala di vetro nel collimatore . . . . = 0.714 : 5 oss^{i}.

Magnetometro piccolo di forza totale: una divisione minore della scala riflessa . . . . = 1.014 : 5 oss^{i}.

Le divisioni maggiori e numerate sono decuple; quindi . . . . = 10. 14 : 5 oss^{i}.

Per la scala di vetro del cilindro oscillante n. 10, per la determinazione del tempo di vibrazione e per l'intensità totale. . . . . = 2. 48 : 5 oss^{i}.

Declin. piccolo cilindro segnato *C* . = 2. 51

Valore angolare di una divisione del livello dell'asse del teodolite . . . . = 3". 35 : 3 oss^{i}.

La determinazione de' valori delle suddette scale fu fatta sempre nelle ore in cui le sbarre sono meno variabili, e si ottennero spostando i nonii de' rispettivi circoli di 10, 20, o 30 divisioni delle scale.

Influenze de' corpi circostanti.

9. Per quanta cura si sia avuta e spesa si sia fatta per rimuovere tutti i ferri dalle stanze destinate agli strumenti, e intorno ad esse, tuttavia, non si sono potuti levare che i più vicini. Esistono ancora a distanza di circa 24 metri, le legature delle incavallature del tetto, e a distanza di circa 15 dentro la chiesa è un grande finestrone di ferro, fisso e affatto inamovibile. Furono fatte perciò diverse ricerche per formarsi una idea di quanta potesse essere la influenza di queste masse, quando per l'azione terrestre esse venissero ad alterare la loro polarità, essendo manifesto, che restando immobili doveano agire come semplici cause perturbatrici costanti, e che non avrebbero influito che sulle determinazioni assolute, che erasi già risoluto di fare altrove, e non sulle differenziali.

Ferri del tetto.

10. Non potendosi questi rimuovere, fu collocata una sbarra di acciaio magnetizzata lunga un piede e pesante 2 libbre a distanza di 12 metri, che è poco più della metà di quella a cui restano questi ferri, e rivoltandola più volte consecutivamente, o osservando ogni volta tanto il declinometro grande quanto il piccolo (posto in luogo assai più lontano onde riconoscere se vi erano in quel tempo altre perturbazioni) si ebbero i seguenti risultati, che diamo questa volta per intero onde mostrare il modo tenuto nell' osservare.

TEMPO	POLO DIRETTO AL MAGNETISMO		POSIZIONE DEL DECLIN.	
6 Gennajo 1859	6.h 9.m pom.	S	41.d 3 . .	
	10.	N	. .	41.d 4
	12.	S	41. 8 . .	
	13.	N	. .	41. 4
	15.	S	41. 3 . .	
	17.	N	. .	41. 1
	19.	S	41. 7 . .	
Medio			41. 52	41. 23
Differenza			0.d 29	
Vera influenza (*scala di vetro*) . .			0.d 14 = 0'.099	

È da notare che nessuna sbarra nè del finestrone nè delle legature ha magnetismo libero che possa dirsi nemmeno la decima parte di quello di questa sbarra, che perturbava a distanza di due metri una bussola, più che la più grossa sbarra di ferro non faceva a 3 decimetri.

Influenza del bifilare sul declinometro grande.

11. Per ciò fu usato il metodo di Lloyd di rovesciare le sbarre nel loro posto.

Polo N verso il declinometro posiz . . = $40^d.07$: 3 oss^i.
S . . . . = 43. 15 : id.

Semidifferenza e influenza reale . . . = $1^d.56$

Nello stato attuale delle sbarre, cioè del bifilare col polo Sud all' Est verso il declinometro, la correzione è negativa tendendo ad aumentare la declinazione, ed è . . . = — 1'.195.

Influenza del magnetometro a bilancia sul medesimo declinometro grande.

Posizione naturale (*scala riflessa*) . $122^d.40$
Rovesciato. 121. 25

Semidif. e influenza vera = + $0^d.57$ = + 0'.76;

la correz. è positiva, tendendo a diminuire la declinazione occidentale. Fu pure presa l' influenza del medesimo verticale sul magnetometro piccolo collocato all' angolo S. E. della sala, e trovata. . . . . + 0'.131.

Fu anche cercata l' influenza del grande sul piccolo, sospettando, che stante la loro vicinanza l' escursione diurna dell' uno potesse influire sull' altro: e si trovò quanto segue:

Per 25 divisioni crescenti nel grande, il piccolo devia in aumento di . . . . $0^d.10$ essendo questo movimento dato al grande al di là di ogni limite delle oscillazioni medie, si vede che il piccolo può esserne poco influenzato

Il rovesciamento completo del piccolo, produsse sul grande . . . . $0^d.24$

Il magnetometro piccolo che si tiene all' angolo S.O. della sala, produce sul grande . . . . $0^d.06$.

12. Una causa di qualche errore variabile poteva temersi dall' officina di un fabbro ferraio, che rimane dalla parte opposta della strada più basso degli strumenti 34^m. circa e in direzione obliqua ai medesimi, talchè la distanza lineare sarà almeno 40^m. Si prese dunque l' occasione che esso avea costruito un grande cancello di ferro di 4 mila libbre di peso, e questa enorme massa, con ordinata manovra, si fece ora alza-

re, ora conicare, ora avvicinare ed ora allontanare, mentre si stavano osservando gli strumenti. Durante tutta questa operazione, nel declinometro non si osservò mossa alcuna: nel bifilare si ebbero 2 decimi di vibrazione, e nel verticale altrettanto. Il passaggio delle vetture, in cui pure entra molto ferro, non ha per la grande distanza influenza sensibile.

Da ciò possiamo concludere essere il luogo discretamente libero da materiali perturbatori variabili, e competente per osservazioni differenziali; ma per le assolute esser prudenza indispensabile il comparare i risultati quivi ottenuti con quelli avuti all'aperta campagna. Per ciò una stazione fu fissata sul monte Aventino in mezzo ad una vigna di proprietà del Collegio Romano tra S. Prisca e S. Sabina distante al Sud dall'Osservatorio magnetico di metri 1858 e all'est di metri 218. Ivi fu eretto con grossi massi di marmo bianco un sodo pilastro senza cemento, e su di esso si fecero le osservazioni di cui daremo conto appresso.

Coefficiente di torsione.

13. Attesa la poca altezza della stanza non si è potuto finora dare al filo di sospensione che una lunghezza di 2ᵐ: onde il coefficiente di torsione è assai considerabile, essendo il filo di argento del peso di grammi 0,48 per ogni metro di lunghezza; quindi molte ricerche e più accurate che si potè furono fatte per determinarlo, prima di esporre le quali ricordiamo i seguenti principii (1).

Sia u (*fig.* 3. *bis Tav. I.*) l'angolo che l'asse magnetico della sbarra fa colla direzione vera del meridiano magnetico; v l'angolo che esso fa col piano in cui la torsione è nulla. Chiamando H la forza di torsione corrispondente all'arco di lunghezza eguale al raggio, è noto che si ha il momento della torsione $= Hv$.

(1) La teorica degli strumenti magnetici trovasi in De la Rive *Traité de l'Electricité*, tom. III: ma mancano ivi tutte le cose pratiche per la collocazione degli strumenti: credo quindi che non sarà discaro che io raccolga qui queste particolarità.

Questa forza è contrastata dalla forza magnetica, il cui momento è

$$mX \operatorname{sen} u ,$$

essendo m il momento magnetico sbarra (1) e siccome l'angolo u è sempre piccolo si può prender l'arco pel seno, u essendo espresso in parti del raggio. Quindi si ha l'equazione di equilibrio

$$Hv = mXu .$$

Ora l'angolo, che la direzione della forza terrestre fa col piano di detorsione completa, è

$$(m) \quad w = u + v = v\left(1 + \frac{H}{mX}\right) .$$

Per trovare il valore di $\frac{H}{mX}$ si varii l'angolo w al circolo di sospensione, avremo una variazione in v, e l'equazione

$$w' = v'\left(1 + \frac{H}{mX}\right) ,$$

donde si ha sottraendo una dall'altra queste equazioni

$$\frac{mX}{H} = \frac{w - w'}{u - u'} - 1 ,$$

$u - u'$ si legge sulla scala e $w - w'$ sul circolo di torsione, onde facilmente si ha il coefficiente di torsione.

14. Per trovare il piano di completa detorsione, cioè per sapere il valore dell'angolo w rapporto al meridiano magnetico, si sostituisca in (m) il valore di v tolto dalla espressione che la precede, avremo

$$w = u\left(\frac{mX}{H} + 1\right) = pu ,$$

(1) Per momento magnetico s'intende l'integrale $\int r dm$, che nasce prendendo ciascun elemento magnetico moltiplicato per la distanza all'asse di rotazione, ed estendendolo a tutto il corpo.

mettendo p per brevità. Ora vuolsi cambiare il coefficiente p talchè muti l'angolo della sbarra senza mutare l'angolo w. Ciò può ottenersi in due modi.

1°. Conservando il peso e variando il momento magnetico mX; 2°. mutando il momento di torsione col cambiare il peso, ma conservando mX.

Nel 1°. caso si sostituisce una sbarra di rame fornita di piccola calamita, ma di egual peso colla sbarra di acciaio. Nel 2°. si lascia la sbarra mettendo un peso addizionale alla staffa.

Fatta questa mutazione si avrà l'equazione

$$w = p'u' \quad (1)$$

donde

$$pu = p'u'.$$

L'osservazione della scala dà $u' - u = d$ donde $u' = d - u$, quindi sostituendo

$$pu = p'(d - u)\ ;\ u = \frac{p'd}{p - p'},$$

che è la correzione da applicarsi all'angolo osservato: quindi finalmente la torsione esistente cercata;

$$w = \frac{pp'}{p - p'} d.$$

15. Ciò premesso, ecco alcune ricerche fatte per determinare il coefficiente di torsione.

(1) Si suppone che la sbarra sostituita abbia l'asse egualmente diretto come l'antecedente: altrimenti sarebbe $w' = w \pm \delta$ essendo δ l'angolo dei due assi. Ma ordinariamente $\delta = 0$.

ANGOLO DI TORSIONE	VARIAZIONE della lettura del circ. del teodolite	VALORE RISULTANTE del coefficiente per un grado di torsione, in minuti
da 27.° a 15.'	19.° 7.' 5''	1.' 27
27. » 0.	33. 12. 5	1. 23
0. » 12.	13. 35. 0	1. 14
22. » 0.	25. 30. 0	1. 16
0. » 27.	31. 20. 0	1. 16
32. » 0.	37. 50. 0	1. 18
42. » 0.	50. 25. 0	1. 20
27. » 42.	18. 00.	1. 20
Medio		1. 19

Valore in numeri astratti di

$$1 + \frac{H}{mX} = 1 + \frac{1.19'}{60} = 1.0198$$

in pratica si prese 1.02.

16. Non così facile riuscì il determinare il piano neutro della torsione del filo stesso, giacchè anche dopo aver adoperati ambedue i metodi, cioè quello della sostituzione di una sbarra di rame, fornita al solito di debole calamita e di collimatore, come pure l'altro proposto dal sig. Lloyd, di caricare la sbarra di un peso addizionale, non potemmo arrivare a soddisfacente risultato; nella sostituzione della sbarra, attesa la costruzione della staffa, non si era sicuro che gli assi fossero paralleli (e δ nullo) e perciò io crederei meglio fare anche le grandi sbarre a cilindro come le piccole, ovvero adattare loro collimatori con collari, come si usa nei livelli.

Nella aggiunta de' pesi si ebbero risultati stranissimi, la sorgente delle quali diversità sembrava essere un lungo e progressivo stiramento del filo, che dava valori diversi secondo il tempo più o meno lungo da che era stato il filo carico o scarico, e perfino l'atto solo dello scaricarlo e caricarlo sembrava

influirvi. Quindi fu risoluto di determinare la linea neutra mettendo la sbarra di rame senza calamita sulla staffa, e collocare sotto di essa una leggiera calamita per quietarne le oscillazioni, che senza essa sarebbero state interminabili; questo espediente riuscì assai bene, e ci parve soddisfacente pel momento. Ma potrebbe dubitarsi non forse la sbarra magnetica avesse qualche forza direttrice fissa sulla sbarra di rame, e mi è sembrato che sì, benchè questa esaminata con ogni diligenza non mostrasse traccia di esser ferruginosa, nè direttamente magnetica. Queste ricerche saranno riprese con sbarre fatte di rame purissimo, o di bronzo (che ha meno facoltà induttrice) e saranno interessanti anche per la teoria fisica dell'induzione elettrodinamica.

Influenza della cassa di rame o smorzatore.

17. È un gran vantaggio il fare la cassa di rame larga tanto, che la sbarra colle sue oscillazioni non possa uscirne, onde annientare così, col renderla simmetrica, qualunque azione potesse avere l'induzione elettrodinamica. Abbiamo già indicato le dimensioni di questa, che è larga 14.^{cm}, lunga 64.^{cm}, alta 8.^{cm} spessa 6.^{mm} e di rame sceltissimo, ma non manca di qualche influenza. Levata e messa alternativamente la cassa, e quietati i moti grandi della sbarra a distanza coll'uso di un' altra sbarra calamitata, maneggiata convenientemente come è solito farsi quando non si usa la cassa, si ebbero da 4 esperimenti questi risultati:

Influenza della cassa	+ 2^{d}. 06	divis. della scala di vetro
	3. 80	
	3. 10	
	3. 35	
Medio . .	+ 3. 077	

Valore ridotto in arco + 2'. 184 metà = 1.09

Errore di collimazione nella scala di vetro, e del cristallo della cassa.

18. Questo fu il medio di 10 osservazioni molto concordi, fatte colla lettura del circolo azimutale del teodolite mirando sempre al segno medio della scala: ed è da notarsi che, prima che fossero ben acconciati gli occhietti delle staffe, questo elemento pareva sommamente variabile.

8. Genn. $6^h \frac{1}{4}$. Doppia collimazione	+ 21'. 25"
	20. 42
	20. 50
	20. 50
	20. 12
Medio	20. 48.

Siccome l' obj. abitualm. sta sop. C. = + 10'.24" = 10'.40.
La cassa è chiusa da un vetro: questo rovesciato diverse volte, non mostrò differenza sensibile.

(continua)

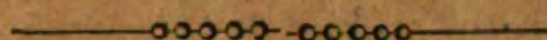


TAV. III.

CURVE MAGNETICHE TRIMESTRALI NEL 1859 . AL



PATTI D' ASSOCIAZIONE



1° Del Nuovo Cimento si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, corredati di un' indice.

3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

4° Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:

Per la Toscana franco fino al destino. . . . . Lire Italiane 16. 80
Per il Regno delle due Sicilie Ducati 5, pari a . . . . . . » 20. —
Per il Piemonte, il Regno Lombardo-Veneto, lo Stato Pontificio ed i Ducati di Parma e di Modena, franco fino al destino . . . . » 20 —
Per gli altri Stati fuori d'Italia, franco fino al destino . . » 25 —

5° Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento dovrà farsi per semestri anticipati, cioè una metà a tutto Gennajo, ed un' altra a tutto Luglio di ciascun anno.

6° Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intiera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.

7° Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.

8° Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla Direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intiera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prezzo di associazione.

La compilazione del Nuovo Cimento si fa a Torino ed a Pisa nel tempo stesso, dal Prof. R. Piria per la Chimica e le Scienze affini alla Chimica; dal Prof. C. Matteucci per la Fisica e per le Scienze affini alla Fisica. L'amministrazione, la stampa e la spedizione sono affidate alla Tipografia Pieraccini a Pisa. *Giuseppe Frediani* è il Gerente.

Per conseguenza le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti, ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno esser dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente *G. Frediani — Tipografia Pieraccini*.

Le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici ed altri stampati riguardanti la Chimica dovranno dirigersi, *franchi di Posta*, a Torino — *Al Prof.* R. Piria.

Finalmente le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici e gli altri stampati di argomento spettante alla Fisica dovranno essere diretti, *franchi di Posta*, a Pisa — *Al Prof.* C. Matteucci.

Le associazioni si ricevono dai seguenti

Torino — G. B. Paravia e Comp.
Firenze — G. P. Vieusseux.
Pietrasanta — Fratelli Bartalini.
Roma — Gio. Francesco Ferrini.
Bologna — Marsigli e Rocchi.
Modena — Carlo Vincenzi,
Reggio di Modena — Stefano Calderini.
Parma — Giovanni Adorni.
Milano — Gaetano Brigola.
Venezia — Gaetano Brigola
Trieste — Colombo Coen.
Napoli — Giuseppe Dura, Strada di Chiaja N. 10.
Messina — Antonio di Stefano.
Parigi — Mallet-Bachelier, Quai des Augustins, 55.
Vienna — Braumüller.

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

DIRETTORI

C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G. MENEGHINI

COLLABORATORI

S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA
G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI
P. E P. SAVI, Q. SELLA, C. STUDIATI

COLLABORATORE E REVISORE

A. FORTI

Tomo XIII.

MAGGIO E GIUGNO

(Pubblicato il 10 Luglio 1861)

1861

TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
F. PIERACCINI

INDICE

MEMORIE ORIGINALI

TRADUZIONI ED ESTRATTI

SULL' IMBIBIZIONE, NOTA DI C. MATTEUCCI

(Letta alla R. Accademia delle Scienze di Torino il 14 Aprile 1861).

Domando il permesso di comunicare alla Classe una nota sui fenomeni dell'imbibizione, che è il riassunto di una serie di ricerche intraprese sopra questo soggetto in occasione del mio Corso sui fenomeni fisico-chimici dei corpi viventi di quest'anno.

Una massa porosa come sarebbe un pezzo di zucchero in pane, o d'argilla cotta, un legno, una membrana secca, una colonna formata da un mucchio di polvere di una sostanza insolubile, più o meno compressa, tutto questo può essere considerato come un sistema di tubi capillari ora interrotti ora resi qua e là continui in direzioni diverse. Da ciò gli effetti che questa massa può esercitare sopra una colonna liquida. È facile di concepire la grande importanza che ha lo studio dell'imbibizione per la scienza dell'organismo se si consideri che l'imbibizione può mettere in movimento delle grandi masse liquide, come avviene negli animali e vegetabili dove non esiste un apparecchio di circolazione e un organo motore; determinare l'innalzamento di colonne liquide capaci di una grande pressione, e finalmente produrre anche o essere accompagnata dalla decomposizione chimica di certe soluzioni.

Intanto noi ignoriamo se l'imbibizione sia puramente un fenomeno di capillarità, nè sappiamo se per imbibizione un liquido possa salire ad un' altezza qualunque in una colonna di materia porosa, o se in vece quest' innalzamento sia limitato.

Io mi limito a riferire qui alcuni risultati principali i quali mettono fuori di dubbio che l'imbibizione è essenzialmente un fenomeno di capillarità e che nello stesso tempo mostrano quali sono le circostanze che fanno produrre alla capillarità gli effetti proprii dell'imbibizione.

Il primo risultato conforme a questa conclusione generale, che molto facilmente può essere dimostrato, è che l'imbibizione si esercita egualmente *in tutti i sensi indipendentemente dalla*

gravità. Ognuno sà che una piccola goccia liquida che cade sopra un piano poroso omogeneo orizzontale, come sarebbe un foglio di carta, vi penetra per imbibizione formando un disco del liquido succhiato. Una modificazione molto semplice di questa esperienza basta a provare la proposizione riferita. Il disco si forma egualmente se il foglio è verticale o inclinato. La migliore disposizione dell'esperienza è di avere un foglio di cartone verticale e di traversarlo con uno spago imbevuto d'olio il quale è con un' estremità immerso nello stesso liquido. La macchia d'olio che si forma è un disco perfetto.

Naturalmente la cosa non procede così nei corpi non omogenei; perciò in uno strato di legno la goccia si distende più facilmente lungo le fibre che in traverso, chiamata dai tubi capillari nella prima direzione: egualmente si vede immergendo una striscia di cartone nell'acqua che l'ascensione è molto più rapida lungo gli orli che sulla superficie della striscia.

È possibile e varrebbe la pena di provare, che anche sulle lamine dei corpi cristallizzati non appartenenti al sistema regolare la distensione di una goccia liquida per capillarità non avvenga egualmente in tutte le direzioni.

Un'altra proposizione è, che l'imbibizione misurata o dall'altezza della colonna liquida sollevata, o dal peso del liquido che imbeve i varii strati della massa porosa, è proporzionale alla densità di questa massa. Questa esperienza era fatta riempiendo un tubo di vetro con polvere finissima di vetro lavata prima con una soluzione acida e poi con alcole e ben asciugata; tassando più o meno questa polvere, si può riuscire ad avere tre tubi di vetro cioè tre colonne di polvere di vetro di cui le densità sieno come i numeri 1, 2, 3. Per togliere l'influenza dell'evaporazione i tre tubi sono collocati sotto una campana di vetro in uno spazio saturo di vapor d'acqua e non egualmente immersi nell'acqua.

L'ascensione accade più prontamente nella massa meno densa, ma lasciando durare lungamente l'esperienza si trova alla fine che l'ascensione è in proporzione colla densità delle masse porose, cioè in ragione inversa del diametro dei tubi capillari che si ponno supporre in quella massa. Non stò a riferire i numeri trovati perchè pur troppo non furono mai in rapporti

costanti, e s'intende facilmente che delle masse così ottenute non possono essere in tutti i punti egualmente omogenee.

Mi rimane a considerare il punto più oscuro dei fenomeni d'imbibizione, cioè il limite a cui un liquido può salire in una massa porosa, o più esattamente la legge che dà la relazione fra la velocità dell'ascensione e la quantità d'acqua sollevata e quindi la quantità di lavoro prodotta da una forza che chiameremo per brevità, *forza d'imbibizione.*

Supponiamo di far l'esperienza sopra una striscia di tela o di carta sospesa verticalmente e di cui l'estremità inferiore pesca in un'altezza costante. L'esperienza facendosi in mezzo all'aria, il liquido che sale per imbibizione s'evapora in proporzione della temperatura e in ragione inversa della quantità di vapore dell'aria. È notevole l'analogia che si mostra fra le condizioni meccaniche che possono essere applicate a spiegare gli effetti dell'imbibizione e quelle a cui è soggetta una sbarra metallica immersa ad una estremità in un mezzo ad una temperatura costante e che vi raggia calore per la sua superficie. La legge assunta per la perdita del calore per irraggiamento di un punto della superficie, è quella data dalla nota formola di Newton, vera come approssimazione, che cioè il calore perduto in un tempo dx è proporzionale all'eccesso di temperatura t di quel punto sulla temperatura del mezzo. Tutte le altre circostanze essendo eguali, si può ammettere che l'evaporazione dell'acqua che imbeve una massa porosa sia espressa da una funzione analoga a quella dell'irraggiamento. Infatti sappiamo che la pressione necessaria per portar via l'acqua ad una membrana va crescendo in ragione inversa della quantità d'acqua che rimane nella membrana ed è naturale che lo stesso debba accadère allorquando in vece della pressione, è il calore che toglie l'acqua per convertirla in vapore. Ho voluto sottoporre questa analogia ad una esperienza rigorosa ed è degno di qualche considerazione l'accordo trovato colle teorie.

È noto che in una sbarra indefinita di cui una estremità è ad una temperatura costante e che irraggia per la superficie, la teoria fondata sulla formola di Newton dà che le distanze dal punto riscaldato crescendo in progressione aritmetica, gli eccessi di temperatura di quei punti decrescono in progressione geo-

metrica. Così considerando una serie di punti equidistanti, dividendo la somma degli eccessi di temperatura di questi punti presi due a due per l'eccesso del punto intermedio, si ottiene un quoziente costante. È sotto questa forma che Biot e più tardi Despretz verificarono la legge della propagazione del calore in una sbarra.

Ecco l'esperienza, che diremo analoga, fatta sull'imbibizione. Ho fatto atterrare nel cuor dell'inverno, e in una stagione asciuttissima, un pioppo alto circa 12 metri ed ho preso dei pezzi di legno in varii punti equidistanti cominciando dalla radice ed ho determinata la quantità d'acqua per 100 di legno. Essendo l'aria molto asciutta queste quantità possono prendersi come corrispondenti agli eccessi di temperatura delle varie parti della sbarra. Cominciando dalla radice, questi numeri sono di 4 in 4 metri:

60,450 per 100. di legno
56,620
54,013
51,150.

Con un calcolo molto semplice si trova che sommando il primo e il terzo e dividendo per il secondo, si ha lo stesso quoziente che si ha dividendo per il terzo la somma del secondo e del quarto.

L'esperienza essendo fatta nell'inverno, la pianta non aveva alcuna forza di vegetazione e perciò la quantità di acqua distribuita in essa dipendeva semplicemente dalla legge fisica dell'imbibizione.

In vece di fare l'esperienza sull'imbibizione nell'aria in cui ha luogo l'evaporazione dell'acqua sollevata, si può eseguire l'esperienza in uno spazio saturo di vapore, e sopra una striscia di carta o di tela che sia stata tenuta per un certo tempo nell'aria umida. Anche in questo caso l'analogia colla propagazione del calore si mantiene. Infatti si sa, che se non vi fosse perdita per irraggiamento, una sbarra di una lunghezza indefinita tenuta ad una estremità ad una temperatura costante, dovrebbe dopo un tempo indefinito avere la stessa temperatura in tutti i punti. Facendo l'esperienza dell'imbibizione nell'aria

satura sopra una striscia di carta, ho infatti trovato, come ha pure verificato recentemente il fisico inglese Tate (*Phil. Mag.*) che dentro certi limiti l'acqua sollevata per imbibizione era la stessa in tutti i punti, cioè a qualunque altezza.

Resta finalmente a dire della velocità dell'imbibizione, la quale fu trovata approssimativamente in ragione inversa dell'altezza, cioè che per salire in una striscia di carta, da 1 centimetro a 2 centimetri, impiega l'acqua un tempo doppio che da 0 a 1 centimetro e così di seguito. Questa legge si verifica tanto più esattamente, come è naturale, quanto più è piccola l'unità d'altezza che si considera.

Si può far l'esperienza dividendo la striscia di carta in tanti strati, con linee parallele ed equidistanti e pesando via via la striscia con una bilancia idrostatica ogni volta che l'acqua è salita ad un segno, determinando nel tempo stesso con un cronometro i tempi di quest'ascensione. Se l'imbibizione fosse un caso semplice di capillarità non si saprebbe spiegare perchè l'ascensione non dovesse accadere sempre colla stessa velocità. Il fenomeno dell'imbibizione è probabilmente complesso, benchè sia essenzialmente dovuto alla capillarità. Mettendo dei dischi di cartone o di altro corpo poroso omogeneo l'uno sopra l'altro in contatto di un disco saturo d'acqua, si trova dopo un certo tempo che la quantità d'acqua di questi diversi dischi decresce col rango che occupano. Questi effetti come quello della velocità diversa di ascensione che abbiamo descritto, dipendono dal grado diverso di attrazione o di affinità capillare dell'acqua per una massa porosa; affinità che come già dicemmo, è in ragione inversa della quantità d'acqua contenuta in quella massa.

Questi diversi risultati ottenuti dagli studii sperimentali istituiti sull'imbibizione e di cui ho quì dato un riassunto, benchè ancora incompleto, mi hanno servito a dare un'interpretazione più esatta dei fenomeni dell'imbibizione nei vegetabili e negli animali scoperti nel secolo scorso dal celebre D. Hales,



SULLA PREPARAZIONE DEL PERMANGANATO DI POTASSA;
DI FAUSTO SESTINI.

Due processi son oggi in uso per preparare il permanganato di potassa; uno è basato sopra l'acidificazione del manganese a spese del nitrato potassico, operata in presenza di una buona dose di potassa caustica e sotto l'influenza di forte calore, l'altro sopra la stessa acidificazione praticata in condizioni presso a poco simili, sostituendo invece il clorato al nitrato di potassa.

Questi due processi sono assai malagevoli, e troppo lunghi. — Trascurando l'uso della potassa caustica, adoperando in suo luogo del carbonato della stessa base e operando, invece che in ardentissimi fornelli, alla temperatura dell'acqua bollente, son riuscito a rendere la preparazione del permanganato oltremodo facile ed economica. — A questo effetto prendo:

p. 40 Biossido di manganese
« 30 Ipoclorito di calce del commercio
« 40 Carbonato neutro di potassa
e 250 a 300 d'acqua;

pongo la miscela di queste sostanze in matraccio ben capace se voglio preparare una discreta quantità di soluzione manganica, in una grande cassula invece se ne occorre una maggiore e l'espongo all'azione del calore, onde entri in ebullizione: a questo punto si nota una moderata evoluzione di un gas, che agli opportuni saggi si rivela per ossigeno; evoluzione che continua quasi per tutto il tempo che si seguita a tenere il recipiente al fuoco e che obbliga ad applicare il calore diligentemente, onde la reazione che avviene fra le materie sopra notate non sia troppo viva e non vada disperso il liquido al di fuori del recipiente. — Una mezz'ora all'incirca di riscaldamento basta al completo effetto, dopo di che lascio un poco raffreddare, separo il liquido decantando o filtrando per vetro pestato

e ne ottengo così una soluzione intensamente colorita in rosso violetto, che ripongo in un vaso adattato e conservo in luogo conveniente. — Il residuo di questa prima operazione, che ritiene sempre del biossido di manganese, lo impiego per una seconda, riducendone la proporzione quasi ai due terzi della quantità impiegata nella prima; ed ancora il residuo della seconda preparazione può ben essere impiegato in una terza; ciò che contribuisce e non poco all'economia di questo processo, la quale però devesi ripetere principalmente dal vil prezzo delle sostanze impiegate.

Se poi la soluzione debba servire agli usi analitici, non occorre che aggiungere un poco di acido azotico allungato col proprio volume di acqua stillata, titolarla e conservarla in luogo ben difeso dalla luce.

Pel quale ultimo caso occorrendo dell'eccellente permanganato, altri insegnerebbe a prepararlo facendo reagire biossido di manganese, potassa caustica e ossigeno puro in modo conveniente. Quanto debba tornare disagevole questo metodo, non occorre minutamente dimostrare: basti dire che l'operazione si deve eseguire in storta di terra refrattaria nel fondo della quale si fa per mezzo di tubo adattato pervenire il gas ossigeno purificato, e che a malgrado di ciò non si può ottenere un sale purissimo neppure con tale procedimento, giacchè le pareti della storta debbono cedere e non poco alle materie reagenti.

Piuttosto, se si esigesse dello squisitissimo permanganato potassico, varrebbe meglio procurarselo coll' ipoclorito di potassa, biossido di manganese e potassa caustica, dalla reazione delle quali materie producesi parimente permanganato, cloruro e clorato potassico, i quali due ultimi sono sempre affatto innocui alle reagibilità dell' altro, mentre quello ottenuto per mezzo dell'ipoclorito di calce del commercio mi ha offerto varie impurità, ferro, acido solforico ec. che non potrebbero esservi vedute molto volentieri anco da un chimico mezzanamente scrupoloso.

Oltre le numerose circostanze nelle quali questa sostanza vale come eccellente reattivo, me ne valgo alla ricerca delle più tenue dosi d'acido azotoso nell' acido azotico e delle materie organiche nelle acque potabili. — Per questo mi servo di una diluita soluzione a colore *di fior di pesco* che mi riesce semplicissima.

Il procedimento fin qui discorso credo si raccomandi specialmente pel lato economico oggi che il permanganato di potassa si adopra come decolorante e come disinfettante.



AERÒLITE, CADUTO PRESSO ALESSANDRIA (PIEMONTE).

Il 3 Febbraio 1860 15 minuti prima di mezzogiorno nelle vicinanze di S. Giuliano Vecchio, subborgo distante 14 chilometri da Alessandria, avvenne la caduta di alcuni pezzi di aeròlite, preceduta da uno scoppio e da una violenta detonazione simile ad una scarica di artiglieria, che si sentì contemporaneamente nelle vicine città di Alessandria e Novi, Tortona, Piacenza, Milano e Novara.

Giova rapportare alcuni particolari osservati, e raccolti specialmente dal Parroco del luogo D. Gerolamo Oliva Dottore di Teologia. Un minuto dopo l'esplosione si udì nell'atmosfera un rumore, come il crepitare dell'abbruciarsi di legna non secca, il quale dapprima assai intenso, e quindi a poco a poco decrescente produceva all'orecchio la sensazione del non lontano cadere di gragnuola, o dell'approssimarsi di una locomotiva sulla ferrovìa. Trascorsi poscia quasi due minuti, certo Milanesi Giuseppe vide cadere dall'alto due pietre e sprofondarsi a 30 centimetri nel campo così detto delli Zerboni 800 metri distante dal subborgo predetto. Il suolo era ancora indurito dal gelo. Il cielo era coperto da nubi, cadevano alcuni fiocchi di neve e la temperatura era di quasi un grado sopra lo zero.

Oltre questi due pezzi se ne rinvennero altri cinque nella estensione di due chilometri dalli Zerboni alli Cascinali Piccinini nei Gerbidi nella direzione dal Sud-Est al Nord-Ovest: ed uno specialmente alla cascina, detta Grassa tra Rivalto e Torre Ga-

rotoli fu trovato sopra un letto ivi penetrato da una finestra collo squarciare della impannata. Ciascuno dei pezzi di aeròlite pesa da 300 a 1000 grammi.

Ecco i risultati dell'esame mineralogico e chimico fatto dal Prof. Giuseppe Missaghi sopra un pezzo dell'aeròlite raccolto dal Milanesi suddetto.

« *Esame mineralogico.* Forma irregolare con prominenze arrotondate; superficie esterna liscia, di colore scuro quasi nero, e come inverniciata da un principio di fusione; raschiata colla lima acquista lucentezza metallica. Questa specie d'intonaco non era però continua; da un lato lasciava a nudo l'interno della massa in modo da far credere che appartenesse ad una mole maggiore, dalla quale si era staccata di recente. La sua frattura è irregolare, scabra: percossa sugli spigoli coll'acciarino scintilla, e riga il vetro con somma facilità. La tinta interna è di un grigio chiaro, con quà e là strisce più o meno ampie di grani metallici lucenti. Ha un'azione molto pronunciata sull'ago calamitato. La sua densità è forte; da una media di quattro esperienze risultò = 3,815. Quella della crosta esterna è anche maggiore, abbondando in essa la parte metallica; staccatene una porzione colla maggiore diligenza possibile per mezzo di un bolino, e sottoposta alle pesate, ha dato D = 4,801 ».

« Sebbene dura, la parte interna della massa ha poca coerenza, si lascia facilmente polverizzare sotto il pestello, ed alcuni pezzi si stritolano anche sotto le dita. Non è facile però di ridursi in polvere finissima ed omogenea; vi si oppongono piccoli grani metallici, che sono tenacissimi; ma separati questi meccanicamente o meglio per mezzo della calamita, il rimanente si lascia polverizzare colla massima facilità ».

» È infusibile al cannello, e sotto l azione del dardo ossidante sviluppa in abbondanza del gaz acido solforoso. Fuso con borace dà delle perle di tinte miste non ben decise, e più o meno trasparenti secondo le proporzioni tra il fondente e la materia esaminata. Gli acidi minerali, anche diluiti ed a freddo agiscono prontamente sull'aeròlite in polvere, svolgendo in grande abbondanza idrogeno solforato ».

« I grani metallici separati per mezzo della calamita, si trovano sparsi irregolarmente in tutta la massa nella proporzione di

14,342 per °/₀. Essi non sono altra cosa che ferro metallico con tracce di nichelio superficialmente solforato. Infatti, trattati con acido idroclorico, acquistano man mano lo splendore e la bianchezza del ferro, che prima non avevano, intanto che allo sviluppo dell'idrogeno solforato succede quello dell'idrogeno puro. Lo strato di solfuro che ricopre i grani di ferro è esilissimo, e se basta a togliere ad essi lo splendore metallico, non è però sufficiente a scemare la tenacità e la malleabilità propria del ferro; di fatto quei grani metallici, tanto prima di essere dissolforati, che dopo, si distendono sotto il martello in foglie esilissime e risplendenti ».

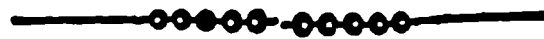
« La materia non metallica è formata da granelli minutissimi cementati assieme irregolarmente. Se ne distinguono colla lente quattro specie; dei neri lucenti, dei bianchi quasi trasparenti, che sono in minore quantità, dei cenerini e dei verde giallicci chiari più minuti ed in maggiore abbondanza. I bianchi ed i neri lasciano scorgere la loro figura cristallina, della cui forma non potei assicurarmi; ma che lasciano credere essere cristallini di pirosseno gli uni, di epidoto bianco gli altri; come pure i grani minutissimi di tinta verdina potrebbero essere quella varietà di peridoto granulare distinta col nome di *olivina*. Il complesso dei materiali che entrano nel meteorolite, come risulta dall'analisi, giustificherebbe queste supposizioni ».

« *Esame chimico* — Dai saggi esplorativi diretti a riconoscere la composizione elementare del meteorolite in esame trovai che contiene — *ferro, nichelio, cobalto, manganese, cromo, solfo*, *silice, allumina, calce e magnesia* — materiali comuni a quasi tutte le pietre meteoriche esaminate sino ad oggi, molte delle quali però non contengono *allumina*, ciò che ha indotto i mineralogici a distinguerle in *alluminose e non alluminose*. È cosa degna di osservazione, che in generale quelle pietre che non contengono allumina, sono anche mancanti di calce; e quelle che contengono una certa quantità di allumina contengono anche una relativa proporzione di calce; per cui sembra, che queste due basi si trovino combinate insieme colla silice formando un doppio silicato di allumina e di calce, di cui si conoscono alcune varietà mineralogiche ben definite, quali sono; *l'albite, l'anortite, la labradorite, la vernerite, la genelite, ec.* »

« I resultati dell'analisi quantitativa assegnano ai diversi elementi le proporzioni centesimali quì appresso:

Silice	37,403	per	°/₀
Ferro metallico	19,370		»
» ossidato	12,831		»
Magnesia	11,176		»
Allumina	8,650		»
Solfo	3,831		»
Calce	3,144		»
Nichelio	1,077		»
Cromo	0,845		»
Manganese, Cobalto	tracce		
	98,327		
Perdita	1,673		
	100,000		

« Questa perdita soverchia può spiegarsi dall'avere un poco esagerato la quantità di ferro allo stato libero: infatti calcolai come tale i 14,332 per °/₀ di grani metallici attirati dalla calamita, i quali, come dissi in principio, non erano costituiti da ferro fuso ».



RICERCA DEI CLORATI, E SAGGIO QUANTITATIVO DEL CLORATO DI POTASSA DEL COMMERCIO; NOTA DI FAUSTO SESTINI.

I reattivi che si conoscono per riscontrare i clorati non son molti; sappiamo infatti che il calore riduce i clorati in cloruri

sviluppando ossigeno, e che l'acido solforico gli colorisce in giallo per l'acido ipoclorico che da essi sviluppa. — Poco o nulla a dir vero di assolutamente caratteristico e di più concludente conosciamo per valersene nella ricerca di piccole quantità di un clorato. — Il primo modo di ricerca poi vale solo per i clorati solidi ed in quantità; il secondo bisogna effettuarlo sulle soluzioni acquose di tali sostanze, ma non si può adoprare con frutto altro che quando il sale vi si trova disciolto in quantità tutt'altro che piccola. — I clorati per di più vanno, se non sempre, molto spesso accompagnati con dei cloruri; per questa circostanza non possiamo, sopra un determinato corpo che si sospetta contenere un qualche clorato, esercitare l'azione del fuoco e poi provare quella del nitrato d'argento; neppure possiamo tanto facilmente verificare lo sviluppo dell'ossigeno: bisogna invece discioglierlo nell'acqua, precipitare col sale d'argento i cloruri preesistenti, filtrare il liquido onde separarlo dal cloruro metallico, evaporarlo, raccoglierne il residuo dell'evaporazione, calcinarlo, scioglierlo di nuovo nell'acqua e poi nuovamente tornare alla prova del nitrato d'argento: maniera di ricerca lunghissima, imbarazzante e facile ad indurre in errore non solo per causa delle molte operazioni da farsi, ma molto più, specialmente se si tratti di scrupolosa ricerca per i cloruri che possono esser ceduti o dalla carta o dagli altri oggetti di cui siam necessitati a valerci per mandarla ad effetto.

Frambert non è molto tempo (1858) credette poter rimuovere tutte queste difficoltà profittando della proprietà che hanno i clorati di scolorar l'indaco sotto l'influenza dell'acido solforoso; ma anco questo stesso reattivo essendo capace da per sè di produrre lo stesso scoloramento, facilmente s'intende quanto lasci a decidere il modo di ricerca di questo chimico.

Incidentalmente essendomi occorso rintracciare delle piccole quantità di clorati, costretto un pò dall'insufficienza dei mezzi noti, più poi dalla necessità di chiarirmi se realmente tali sostanze si trovassero commiste a certi corpi, o si producessero in speciali circostanze, mi venne fatto di tenere il modo particolare, che ora descrivo; la base di esso consiste nella riduzione dei clorati in cloruri od in acido cloridrico, non per via di fuoco esercitata sopra grandi quantità di materia, ma nelle soluzioni

anche estremamente diluite e ciò per mezzo dell'idrogeno nascente. — Eccone la pratica. — Sciolgo in acqua la materia se solida, prendo la sua soluzione se in questo stato e ne pongo una certa quantità in un ordinario bicchiere conico da saggio (un terzo circa della sua capacità) in esso immergo un cilindretto di zinco puro e poi una piccola quantità di acido solforico purificato anch'esso. — Per la decomposizione dell'acqua ha subito luogo lo sviluppo dell'idrogeno, il quale incontrandosi allo stato nascente con l'acido clorico lo riduce in cloridrico. — Basta dopo dieci minuti ed anco cinque di reazione prendere una porzioncella del liquido, acidularlo se non lo fosse con acido azotico, porlo in altro bicchiere da esperimenti, lasciarlo in quiete qualche momento e tanto che tutte le bollicelle del gas idrogeno abbiano luogo di svincolarsi dal liquido, poi aggiungere un poco di nitrato d'argento disciolto: se realmente quella tale materia o quella tal soluzione conteneva un qualche clorato ne avremo tosto un abbondante precipitato fioccoso di cloruro d'argento, insolubile negli acidi, solubilissimo nell'ammoniaca, e decomponibile dalla luce solare. — Ciò vale quando i clorati non sono misti a cloruri; il più delle volte invece come ho già in precedenza avvertito non è così. — In tal caso precipito prima il cloro di questi composti col nitrato d'argento adoprandone in eccesso, filtro il liquido; prendo d'altra parte un bicchiere da saggio pongo nel suo fondo un frammento di zinco metallico lo faccio ricuoprire da una certa quantità di acido solforico concentrato, con cura vi aggiungo un poco d'acqua in modo che non si mescoli bruscamente, poi verso la soluzione filtrata. — Se il liquido contiene dei clorati, mano mano che l'idrogeno nascente riduce in acido cloridrico il loro acido clorico il nitrato d'argento adoperato in eccesso lo precipita allo stato di cloruro argentico, che, come ognun sa, essendo insolubile turba dapprima la trasparenza del liquido e poi vi forma un abbondante precipitato caseoso. — Se non si agisce con tutte le cautele e i liquidi si mescolino fra di loro potrebbe accadere che il nitrato d'argento adoprato in eccedenza venisse dallo zinco ridotto; per rendere allora il saggio più esatto, specialmente se interessa far scrupolosa ricerca, uso precipitare avanti l'argento coll'idrogeno solforato e poi esperimentare nel modo primo di sopra accen-

nato. — Pur tuttavia anco rimanendo, con le necessarie cautele ben'inteso, i clorati misti a cloruri per mezzo dell'idrogeno nascente in un liquido che conteneva nitrato d'argento non ho mai avuto riduzione di metallo: ripeto pertanto che non trascuro togliere l'argento dal liquido quando occorre esattamente verificare la presenza dei sali più volte ricordati.

Per le molte e svariate prove alle quali ho sottoposto questa maniera di ricerca, mi sono dovuto convincere che essa è oltremodo squisita e tale che mai lo avrei potuto immaginare. — Infatti operando con soluzioni titolate di puro clorato di potassa, ho avuto per resultato: con un *millesimo* precipitato assai abbondante, distinto con un *decimillesimo*, inalbamento apprezzabilissimo con un *centomillesimo*, apprezzabile ancora con un *millionesimo*.

Della riduzione dei clorati in acido cloridrico sotto l'influenza dell'acido solforico e dell'idrogeno nascente profitto ancora per determinare quantitativamente questo genere di sali. — La via da tenersi è identicamente la stessa; se non che, come in tutte le altre rigorose determinazioni, è necessario agire con molte cautele. — Fra queste raccomando principalmente di porre poche gocce alla volta di acido solforico, onde la reazione avvenga tranquillamente, ed in modo speciale, poi d'aggiungere a riprese la soluzione contenente il clorato. — Dopo mezz'ora circa non resta che a determinarsi l'acido cloridrico prodotto con i mezzi ordinarii ed a tutti più che a sofficienza noti.

Di questi stessi fatti traggo partito per eseguire il saggio quantitativo del clorato di potassa del commercio.

Questo sale da assai tempo adoprato nelle industrie chimiche, ed oggi meritamente tanto accreditato nella Medicina e nella Farmacia ci viene con discretezza di prezzo somministrato dal commercio senza nessuna garanzia della sua purezza; e se resta facile giudicare quali sono le sostanze che lo imbrattano, tutt'altro che facile riesce poi precisare la quantità di clorato puro che contiene. — Ecco come faccio a determinare il titolo di questa sostanza e da quali dati mi parto. — Si sà che 122,6 di clorato di potassa devono dare, sottoposti all'azione dell'idrogeno nascente, 36,5 di acido cloridrico, e ne ho confermata l'esattezza coll'esperienza; si sa poi che 36,5 di acido cloridrico pre-

cipitano 170 di nitrato d'argento. — Dietro questo, comincio da comporre un liquore di saggio con queste proporzioni:

Nitrato d'argento cristallizzato	1^{gr},387
Aqua filtrata	1000,000.

D'altra parte peso 0^{gr},100 di clorato di potassa da saggiarli, dal quale precedentemente coi reattivi abbia escluso la presenza delle basi metalliche, alcalino-terrose e la soda, lo sciolgo in appena sufficiente quantità d'acqua e lo sottopongo all'azione riduttiva dell'idrogeno nascente usando del modo accennato. — Dopo una mezz'ora sospendo la reazione ritirando lo zinco per mezzo di un filetto di platino, al quale lo aveva appeso, lo lavo con la minor quantità d'acqua possibile, che aggiungo al liquido in esperimento: precipito l'acido solforico col nitrato di barite, e lo zinco disciolto con carbonato di soda; filtro il liquido, lavo accuratamente il filtro con acqua calda, riunisco le acque di lavatura ed evaporo convenientemente. — Così ne ho un liquido contenente il cloro del clorato intieramente allo stato di cloruro alcalino, che verso in un vaso assai grande relativamente al suo volume. — Pongo allora in una buretta graduata 100^{cc} di liquore di saggio, lo verso nel liquido precedentemente preparato e reso dopo acidulo con acido azotico fino a che le ultime gocce non producono più precipitato, o meglio intorbidamento dovuto a cloruro d'argento. Se il clorato è puro occorrono tutti i 100^{cc} *del liquore di saggio*, se non è invece in quella condizione ne avanzano 7, 8, 10 e perfino 20^{cc}, i quali stanno ad indicarci che 100 p. di sale saggiato contengono il 7, l'8, il 10, e il 20 perfino di sostanze straniere. — Ancora qui corrono le solite avvertenze a riguardo dei cloruri alcalini, e sarebbe inutile che io ripetessi essere indispensabile, ove il clorato ne contenga, precipitarli col nitrato d'argento, filtrare, separare dal liquido l'argento che può restare nel liquido con idrogeno solforato, scacciare il di più di quest'ultimo, e poi procedere al saggio. — È da avvertirsi però che nel versare le ultime gocce della soluzione volumetrica bisogna usare le cautele che occorrono in saggi di tale natura, agitare cioè il recipiente e il liquido contenuto, onde più facilmente abbia luogo la deposizione del clo-

ruro d'argento, o meglio tenere immerso nell'acqua prossima all'ebollizione il recipiente stesso nel quale si fa l'esperimento.

Pur tuttavia determinando in tal modo il titolo del clorato di potassa, mi sono dovuto persuadere che anche usando le raccomandate cautele non si riesce che con molto esercizio a scorgere gli ultimi e deboli intorbidamenti prodotti dalla formazione del cloruro d'argento, il quale resta sospeso e impedisce di ben discernere i cambiamenti che hanno luogo nel liquido: per questo può accadere ben spesso, almeno a chi pratica questo processo le prime volte, di adoprare 4, o 5 divisioni di soluzione titolata oltre il bisogno. — Per questa circostanza ho applicato in via di modificazione al saggio sopra discorso un mezzo ingegnoso fattoci da un Chimico straniero, or or sono già tre anni conoscere, il quale mi ha corrisposto nel modo dal suo autore vantato. — Eccolo: aggiungendo ad una soluzione neutra di un cloruro alcalino due o tre goccie di arseniato di potassa e pure a gocce affondendo altra soluzione di un sale argentico fino a che vi è la più piccola quantità di cloruro si ha precipitato bianco, ma quando il cloro è tutto precipitato, tosto si forma dell'arseniato d argento colorito intensamente di rosso mattone. — Con questo artifizio osservando bene al cambiamento di colore del liquido si raggiunge la maggior precisione sperabile in questa sorta di determinazioni e si può con tutta franchezza cessare dallo affondere la soluzione di saggio tostochè il liquido che stà al di sopra del bianco e fioccoso precipitato prende una leggierissima tinta rosso scura, colla certezza di avere condotto tutto il cloro in combinazione coll'argento, e di non avere versato di più che una piccolissima quantità di liquore volumetrico. — Dietro questo il liquido contenente l'acido cloridrico ottenuto dal clorato, lo saturo con potassa fino a completa neutralità, lo addiziono di tre o quattro gocce di arsenito alcalino sciolto in acqua e poi vi verso la soluzione titolata a piccolissime riprese dapprima, a goccia a goccia dipoi, finchè l'ultima induca l'accennata colorazione del liquido; conto le divisioni adoperate, da queste ne sottraggo una, se mi è venuto fatto di versarne alcun poco di più, ciò che distinguo ancora dall'intensità di coloramento assunto dal liquido stesso.

Così con assai facilità giungo a conoscere il titolo del clo-

rato di potassa, il quale se non è scrupolosamente reale, il più approssimativo possibile senza dubbio, e tale quale i Chimici si propongono quando si valgono di così fatte determinazioni, e quale interessa alla maggior parte dei pratici di avere.



TEOREMA SULLA SIMILITUDINE DELLE TRAJETTORIE, DESCRITTE DAI PROJETTI NE' MEZZI RESISTENTI; APPLICAZIONI AL TIRO DELLE ARMI DA FUOCO; MEMORIA DEL CONTE PAOLO DI SAN ROBERTO.

TEOREMA

Due projetti qualunque, che si muovono in mezzi diversi, la cui resistenza è in ragione composta del quadrato della velocità, dell'area della superficie su cui si esercita, e della densità del mezzo, descrivono trajettorie simili, quando sono adempiute le condizioni seguenti:

1.ª *Essere i due projetti simili così rispetto alla forma esterna, come rispetto alla costituzione interna.*

2.ª *Trovarsi su ciascuna trajettoria un punto, ove la direzione della velocità del centro di gravità del projetto sia la stessa nell'una e nell'altra trajettoria; ove i due projetti siano disposti parallelamente; ed ove i loro assi istantanei di rotazione sieno pure paralleli.*

3.ª *Essere, in questi punti omologhi, le velocità del centro di gravità dei projetti proporzionali alle radici quadrate delle loro dimensioni lineari.*

4.ª *Essere ne' detti punti le velocità angolari di rotazione de' projetti reciprocamente proporzionali alle radici quadrate delle loro dimensioni lineari.*

5.ª *Essere le densità de' projetti proporzionali alle densità de' mezzi resistenti.*

Quando queste condizioni sono soddisfatte, saranno:

1.ª *Le velocità de' projetti ne' punti omologhi delle due*

trajettorie, ed i tempi necessarii per giungervi, proporzionali alle radici quadrate delle dimensioni lineari de' projetti.

2.ª *Le dimensioni lineari delle due trajettorie, nella stessa ragione delle dimensioni lineari de' projetti.*

Acciocchè le trajettorie descritte da due projetti sieno simili, è necessario e sufficiente che i due poligoni di un numero infinito di lati, che si possono sostituire ad esse, abbiano i loro latercoli proporzionali e paralleli a due a due.

Dicasi λ il rapporto delle dimensioni lineari de' due projetti simili; μ il rapporto delle densità delle molecole de' medesimi similmente situate; δ il rapporto delle densità de' mezzi resistenti; υ il rapporto delle velocità di traslazione de' due projetti ne' punti corrispondenti delle due trajettorie; ρ il rapporto delle velocità angolari di rotazione de' projetti in questi punti; τ il rapporto de' tempi necessarii a percorrere archi simili delle due trajettorie; σ il rapporto delle dimensioni lineari delle due trajettorie.

Consideriamo i projetti ne' due punti delle trajettorie, ove le due tangenti sono parallele, ed ove i projetti sono disposti parallelamente ed hanno gli assi istantanei di rotazione paralleli.

Tutte le forze, che sollecitano un projetto, provenienti dalla gravità e dalla resistenza del mezzo, possono ridursi a due forze P (peso) e R (resistenza) applicate al centro di gravità, e ad una coppia S, la quale differisce in generale da zero. Questa coppia è nulla soltanto nel caso particolare, in cui tutte le azioni elementari, esercitate dal mezzo sulla superficie del projetto, si compongono in una risultante unica, passante pel centro di gravità.

Atteso la similitudine de' projetti, le forze, che sollecitano il secondo projetto, saranno:

$$\lambda^3 \mu P, \quad \lambda^2 \upsilon^2 \delta R;$$

e la coppia

$$\lambda^3 \upsilon^2 \delta S.$$

Se g è l'accelerazione dovuta al peso, sarà l'accelerazione impressa dalla resistenza

$$\frac{gR}{P},$$

pel primo projetto; e

$$\frac{\upsilon^2 \delta}{\lambda \mu} \cdot \frac{g R}{P}$$

l'accelerazione del secondo projetto.

Ove si ponga

(1) $$\frac{\upsilon^2 \delta}{\lambda \mu} = 1,$$

le due forze che sollecitano un projetto produrranno accelerazioni uguali a quelle impresse all'altro.

Essendo i due projetti similmente situati, è manifesto che in tal caso le accelerazioni loro sono uguali, non soltanto in intensità, ma ben anco in direzione.

Sia f la risultante delle accelerazioni per ciascun projetto; ϕ l'angolo che la sua direzione fa colla tangente alla trajettoria; u_0 la velocità del centro di gravità nel punto della trajettoria che si considera, al qual punto daremo il nome di origine; u_1 la velocità all'estremità del primo latercolo percorso nel tempo infinitamente piccolo dt; ds la lunghezza di questo latercolo. Sarà, per un projetto,

$$u_1 = u_0 + f \cos \phi \, dt,$$

$$ds = u_0 \, dt + \tfrac{1}{2} f \cos \phi \, dt^2.$$

E per l'altro projetto,

$$u_1' = \upsilon u_0 + \tau f \cos \phi \, dt,$$

$$ds' = \upsilon \tau u_0 \, dt + \tfrac{1}{2} \tau^2 f \cos \phi \, dt^2.$$

Se noi poniamo:

(2) $$\tau = \upsilon,$$

avremo

$$\frac{u_1'}{u_1} = \upsilon, \qquad \frac{ds'}{ds} = \upsilon^2.$$

Laonde, se la condizione espressa dall'equazione (2) è soddisfatta, le velocità de' projetti all'estremità del primo latercolo saranno nella stessa ragione che all'origine.

Consideriamo ora il triangolo infinitesimale formato: 1.° dalla retta $u_0\, dt$, che sarebbe descritta dal projetto sulla tangente nell'istante dt, in virtù della velocità u_0; 2.° dalla retta

$$\tfrac{1}{2} f\, dt^2,$$

che sarebbe descritta dal projetto nello stesso tempo dt, in virtù all'accelerazione f, se la velocità u_0 non esistesse; 3.° dalla retta ds, il cui valore è dato dall' equazione

$$ds = u_0\, dt + \tfrac{1}{2} f \cos\phi\, dt^2.$$

Il triangolo infinitesimale corrispondente sulla trajettoria descritta dal secondo projetto, avrà per lati

$$\upsilon \tau u_0\, dt,$$

$$\tfrac{1}{2} \tau^2 f\, dt^2,$$

$$\sigma\, ds = \upsilon \tau u_0\, dt + \tfrac{1}{2} \tau^2 f \cos\phi\, dt^2.$$

Posto che l' equazione (2) sia soddisfatta, i tre lati del secondo triangolo saranno nella stessa ragione, espressa da υ^2, ovvero da τ^2, coi tre lati del primo: essi sono dunque equiangoli; onde che, se le direzioni delle velocità all'origine sono parallele, saranno pure paralleli i due latercoli delle curve; e si avrà pel rapporto delle loro lunghezze

$$(3) \qquad \sigma = \upsilon^2 = \tau^2$$

Notisi inoltre che essendo parallele le due accelerazioni totali impresse ai projetti, saranno pure paralleli i piani di questi triangoli, od in altri termini, i piani osculatori delle due curve.

Se la coppia S fosse ognora nulla, giunti i due projetti all' estremità del primo latercolo, vi sarebbero ancor paralleli

fra loro, e si troverebbero del tutto nelle stesse condizioni che al principio del latercolo.

Ripetendo, per un secondo latercolo, lo stesso ragionamento fatto sul primo, si conchiuderebbe che esso è proporzionale e parallelo nelle due curve. E così va dicendo. Quindi è che in tal caso le due curve sarebbero simili, quando fossero soddisfatte le equazioni di condizione (1) e (2).

Ma nel caso generale il moto di rotazione dovuto all'esistenza della coppia S, introduce nuove condizioni da adempiere per rendere le due trajettorie simili; le quali condizioni noi verremo esaminando.

La coppia S produce, in un tempo infinitamente piccolo dt, una velocità angolare di rotazione infinitamente piccola, che viene a comporsi colla velocità angolare attuale del projetto.

A trovare l'effetto della coppia S, risolvasi questa coppia in tre altre

$$S \cos \alpha, \qquad S \cos \beta, \qquad S \cos \gamma,$$

secondo i tre assi principali del projetto. Chiamando A, B, C i tre momenti d'inerzia rispetto a questi assi, avremo

$$\frac{dp}{dt} = \frac{S \cos \alpha}{A},$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{S \cos \beta}{B},$$

$$\frac{dr}{dt} = \frac{S \cos \gamma}{C},$$

per le tre accelerazioni angolari che queste coppie tendono a produrre intorno ai medesimi assi.

Le tre rotazioni p, q, r, che insieme si fanno attorno i tre assi principali, equivalgono ad una rotazione unica

$$\theta = \sqrt{p^2 + q^2 + r^2}$$

attorno un asse che fa coi tre primi gli angoli l, m, n, dati dalle equazioni

$$\cos l = \frac{p}{\theta},$$

$$\cos m = \frac{q}{\theta},$$

$$\cos n = \frac{r}{\theta}.$$

Per un altro projetto simile quanto alla disposizione ed alla massa de' suoi punti materiali, la coppia, proveniente dalla resistenza del mezzo, sarà

$$\lambda^3 \upsilon^2 \delta S;$$

e i momenti d'inerzia degli assi principali saranno:

$$\lambda^5 \mu A,$$

$$\lambda^5 \mu B,$$

$$\lambda^5 \mu C.$$

Introdotti questi valori nelle equazioni precedenti, le tre rotazioni intorno agli assi principali, pel secondo projetto, diventeranno

$$\frac{\upsilon^2 \delta \tau}{\lambda^2 \mu} p,$$

$$\frac{\upsilon^2 \delta \tau}{\lambda^2 \mu} q,$$

$$\frac{\upsilon^2 \delta \tau}{\lambda^2 \mu} r;$$

e la loro risultante sarà

$$\frac{\upsilon^2 \delta \tau}{\lambda^2 \mu} \theta,$$

la quale farà coi tre assi principali gli angoli de' coseni

$$\frac{p}{\theta},$$

$$\frac{q}{\theta},$$

$$\frac{r}{\theta}.$$

Adunque gli angoli fatti cogli assi principali dall'asse istantaneo della rotazione generata dalla resistenza del mezzo, non variano, passando da un projetto ad un altro simile.

Ora immaginiamo che la velocità angolare infinitamente piccola $d\theta$, che la coppia S tende a far nascere nel primo istante, si componga colla velocità angolare finita del projetto, che chiameremo ω; la diagonale del parallelogrammo costrutto sulle due rette, che rappresentano queste velocità angolari $d\theta$ e ω, rappresenterà in direzione ed in intensità la velocità di rotazione dopo il tempo dt.

All' origine gli assi delle rotazioni attuali finite ω e ω' dei due projetti sono, per ipotesi, paralleli, siccome pure sono paralleli gli assi delle rotazioni infinitesimali $d\theta$ e $d\theta'$, giusta la dimostrazione precedente; per la qual cosa, dopo il tempo dt, gli assi istantanei di rotazione de' due projetti saranno ancora paralleli, se le velocità angolari ω e $d\theta$ dell'uno, saranno proporzionali alle velocità angolari ω' e $d\theta'$ relative all'altro; cioè, se si avrà

$$\frac{d\theta'}{d\theta}=\frac{\omega'}{\omega}.$$

E poichè

$$\frac{\omega'}{\omega}=\rho,$$

si dovrà avere

$$\frac{d\theta'}{d\theta}=\rho.$$

Ad ottenere il valore della velocità angolare incipiente $d\theta$, moltiplichiamo rispettivamente per p, q, r i valori trovati sopra di $\frac{dp}{dt}$, $\frac{dq}{dt}$, $\frac{dr}{dt}$, e sommiamo i prodotti, risulterà

$$p\frac{dp}{dt} + q\frac{dq}{dt} + r\frac{dr}{dt} = S\left(\frac{p\cos\alpha}{A} + \frac{q\cos\beta}{B} + \frac{r\cos\gamma}{C}\right).$$

Ora, essendo

$$p^2 + q^2 + r^2 = \theta^2,$$

si deduce

$$p\frac{dp}{dt} + q\frac{dq}{dt} + r\frac{dr}{dt} = \theta\frac{d\theta}{dt}.$$

Dunque si avrà

$$\frac{d\theta}{dt} = S\left(\frac{p\cos\alpha}{\theta A} + \frac{q\cos\beta}{\theta B} + \frac{r\cos\gamma}{\theta C}\right),$$

oppure, introducendo gli angoli l, m, n,

$$\frac{d\theta}{dt} = S\left(\frac{\cos\alpha\cos l}{A} + \frac{\cos\beta\cos m}{B} + \frac{\cos\gamma\cos n}{C}\right).$$

Per un altro projetto simile, si avrà

$$\frac{d\theta'}{dt'} = \frac{v^2\delta}{\lambda^2\mu}\cdot\frac{d\theta}{dt};$$

ed essendo il rapporto de' tempi τ, sarà

$$\frac{d\theta'}{d\theta} = \frac{v^2\delta\tau}{\lambda^2\mu}.$$

Adunque, acciocchè gli assi istantanei di rotazione, paralleli all'origine, sieno ancora tali dopo il tempo dt, si dovrà avere

(4) $$\rho = \frac{v^2\delta\tau}{\lambda^2\mu}.$$

In questo tempo dt, un projetto girerà attorno al suo asse istantaneo di rotazione di un angolo uguale a

$$\tfrac{1}{2}\, d\theta\, dt\,,$$

ed il secondo di un angolo

$$\tfrac{1}{2}\, d\theta'\, dt'.$$

Acciocchè questi angoli sieno uguali, è d'uopo che si abbia il loro rapporto

$$\frac{d\theta'\, dt'}{d\theta\, dt} = 1;$$

d'onde viene

$$\frac{v^2\, \delta\, \tau^2}{\lambda^2\, \mu} = 1.$$

Avuto riguardo all' equazione (4), questa condizione si trasforma nella seguente

(5) $$\rho\, \tau = 1.$$

Se questa condizione è soddisfatta, i due projetti, paralleli all' origine, saranno ancora tali dopo il tempo dt, perchè avranno girato di uno stesso angolo intorno ad assi paralleli.

Ma la coppia proveniente dalla resistenza del mezzo non è la sola, che tenda a modificare la rotazione del projetto: in fatti dalla rotazione stessa nasce, in ciascun istante, una coppia dovuta alle forze centrifughe de' diversi punti del corpo, la quale viene a disturbare la rotazione, e a farne cambiare l'asse ad ogni istante.

È noto che l'asse di questa coppia è in uno perpendicolare all'asse istantaneo e all'asse della coppia che produce la rotazione attuale ω; e che la grandezza di questa coppia K è espressa da

$$K = G\, \omega \operatorname{sen} i,$$

essendo i l'inclinazione dell'asse della rotazione ω sull'asse della

coppia G d'impulsione (*Poinsot. Théorie nouvelle de la rotation des corps*).

Ora il fattore

$$G \cos i,$$

il quale non è altro, se non che la coppia G risolta secondo l'asse della rotazione ω, è evidentemente uguale a

$$I\,\omega,$$

chiamando I il momento d'inerzia del mobile intorno dell'asse istantaneo della rotazione ω. Abbiamo adunque

$$K = I\,\omega^2 \tang i.$$

È noto che

$$I = A \cos^2 a + B \cos^2 b + C \cos^2 c,$$

ove a, b, c esprimono le inclinazioni rispettive dell'asse della rotazione ω sui tre assi principali.

Sieno α', β', γ', i tre angoli fatti cogli assi principali dall'asse della coppia K proveniente dalle forze centrifughe; l', m', n' gli angoli fatti cogli assi principali dall'asse della rotazione $\varkappa$ prodotto dalla coppia K; l'accelerazione angolare prodotta dalla coppia K sarà, come si è visto sopra,

$$\frac{d\varkappa}{dt} = K\left(\frac{\cos\alpha' \cos l'}{A} + \frac{\cos\beta' \cos m'}{B} + \frac{\cos\gamma' \cos n'}{C}\right);$$

ovvero, ponendo in luogo di K il suo valore trovato dianzi,

$$\frac{d\varkappa}{dt} = \omega^2 \tang i\,(A \cos^2 a + B \cos^2 b + C \cos^2 c)$$

$$\left(\frac{\cos\alpha' \cos l'}{A} + \frac{\cos\beta' \cos m'}{B} + \frac{\cos\gamma' \cos n'}{C}\right).$$

Prendendo due rette, l'una ω, che rappresenti la velocità di

rotazione attuale, l'altra $d\varkappa$ che rappresenti la velocità di rotazione generata dalla coppia K in un istante dt, e costruendo su di esse un parallelogrammo, la diagonale rappresenterà l'asse e la grandezza della velocità di rotazione dopo il tempo dt.

Ora, acciocchè gli assi istantanei di rotazione de' due projetti conservino il loro parallelismo dopo il tempo dt, convien che sia

$$\frac{\omega'}{\omega}=\frac{d\varkappa'}{d\varkappa}.$$

Avuto riguardo al modo onde è formato il valore di $d\varkappa$, è facile il vedere che si ha

$$\frac{d\varkappa'}{d\varkappa}=\frac{\omega'^2\,\tau}{\omega^2}.$$

Dunque è necessario che sia

$$\frac{\omega'}{\omega}=\frac{\omega'^2}{\omega^2}\tau=\rho.$$

Onde

$$\rho\,\tau=1,$$

la qual condizione è identica a quella trovata poc'anzi.

Di più, perchè i due projetti sieno tuttora paralleli dopo il tempo dt, è necessario che si rivolgano intorno i loro assi di angoli uguali, cioè che sia

$$\tfrac{1}{2}\,d\varkappa\,dt=\tfrac{1}{2}\,d\varkappa'\,dt'=\tfrac{1}{2}\,\tau\,d\varkappa'\,dt,$$

oppure

$$\frac{d\varkappa'}{d\varkappa}=\frac{1}{\tau}.$$

Ora, noi abbiamo trovato di sopra

$$\frac{d\varkappa'}{d\varkappa}=\frac{\omega'^2}{\omega^2}\tau=\rho^2\,\tau;$$

laonde, acciocchè i due projettili sieno paralleli dopo il tempo dt, è d'uopo che si abbia

$$\rho^2 \tau = \frac{1}{\tau}.$$

Onde

$$\rho \tau = 1,$$

la quale condizione non differisce dalla precedente.

Adunque la coppia proveniente dalle forze centrifughe non disturba il parallelismo de' projetti, se la condizione (5) è sodisfatta.

Al principio del secondo latercolo i due projetti trovansi in condizioni identiche a quelle in cui trovavansi al principio del primo. Ond'è che applicando al secondo latercolo lo stesso discorso che al primo, si vedrà che i due secondi latercoli delle due trajettorie sono pure proporzionali e paralleli. E così per un terzo latercolo, per un quarto, ec.

Conchiudiamo che i due projetti descrivono trajettorie simili, ogni volta che si ha insieme

$$\frac{v^2 \delta}{\lambda \mu} = 1,$$

$$\tau = v,$$

$$\rho = \frac{v^2 \delta \tau}{\lambda^2 \mu},$$

$$\rho \tau = 1.$$

Quindi

$$v = \tau = \sqrt{\lambda},$$

$$\rho = \frac{1}{\sqrt{\lambda}},$$

$$\delta = \mu,$$

che è quanto si voleva dimostrare.

In virtù dell'equazione (3), si avrà pel rapporto lineare di similitudine delle due trajettorie

$$\sigma = \lambda .$$

COROLLARIO I.

Se i projetti sono corpi di rivoluzione, e se girano all'origine con grandissima velocità attorno un asse vicinissimo all'asse di figura, è noto che l'asse istantaneo di rotazione rimarrà, in tutto il corso del moto, vicinissimo all'asse di figura.

Ciò posto, atteso la forma di rivoluzione de' projetti, la resistenza del mezzo sarà ognora similmente situata, senza che i projetti abbiano girato dello stesso angolo nel tempo dt, cioè a dire saranno essi ognora prossimamente paralleli, quand'anche l'equazione di condizione (5) non sia soddisfatta.

Di più non sarà tampoco necessario l'aver riguardo alle condizioni risultanti dalla considerazione della coppia proveniente dalle forze centrifughe degli elementi del corpo rotante, poichè attorno l'asse di figura queste forze si bilanciano fra loro. Per conseguenza in questo caso si potrà prescindere dalla condizione (5). Allora le sole condizioni da adempiere per la similitudine sono

$$\frac{v^2 \delta}{\lambda \mu} = 1 ,$$

$$\tau = v ,$$

$$\rho = \frac{v^2 \delta \tau}{\lambda^2 \mu} ,$$

dalle quali si ricava

$$v = \tau = \sqrt{\frac{\lambda \mu}{\delta}} ,$$

$$\rho = \sqrt{\frac{\mu}{\lambda \delta}} .$$

In tal caso

$$\rho = \frac{\lambda\,\mu}{\delta}.$$

COROLLARIO II.

Se la resistenza del mezzo è diretta costantemente verso il centro di gravità, le sole condizioni necessarie e bastevoli per la similitudine delle trajettorie sono, come si è già accennato di sopra,

$$\frac{v^2\,\delta}{\lambda\,\mu} = 1,$$

$$\tau = 1;$$

d'onde si ricava

$$v = \tau = \sqrt{\frac{\lambda\,\mu}{\delta}}.$$

Allora

$$\sigma = \frac{\lambda\,\mu}{\delta}.$$

APPLICAZIONI

Armi da fuoco rigate.

Nelle armi da fuoco rigate, la carica di polvere imprime al projetto, della forma di un corpo di rivoluzione, una velocità di projezione, e, ad un tempo, mediante le righe ad elice, una grandissima velocità angolare di rotazione attorno un asse, che pochissimo si scosta dall'asse di figura.

I projetti lanciati dalle armi rigate si trovano adunque compresi nel caso considerato nel Corollario 1°. Ond'è che forniscono trajettorie simili, quando sono soddisfatte le condizioni seguenti:

$$v = \sqrt{\frac{\lambda\,\mu}{\delta}},$$

$$\rho = \sqrt{\frac{\mu}{\lambda\,\delta}}.$$

Allora si ha

$$\tau = \sqrt{\frac{\lambda\mu}{\delta}},$$

$$\sigma = \frac{\lambda\,\mu}{\delta}.$$

Nelle armi rigate la velocità di rotazione del projetto è in ragione diretta della velocità di projezione, ed in ragione inversa della parte dell'asse dell'arma, che risponderebbe ad un giro intero delle eliche prolungate, se è d'uopo; la quale lunghezza, si chiama *passo*.

Esprimendo con η il rapporto de' passi delle armi che si paragonano, si avrà

$$\rho = \frac{v}{\eta}.$$

Laonde la condizione seconda, perchè le due trajettorie sieno simili, diventerà

$$\eta = \frac{v}{\rho} = \lambda.$$

Potremo adunque enunciare il teorema seguente:

Due armi rigate danno trajettorie simili, ogni volta che

1.° *Sono sparate collo stesso angolo*;

2.° *Lanciano projetti simili così rispetto alla figura, come rispetto alla costituzione interna*;

3.° *Hanno i passi delle eliche proporzionali ai diametri de' projetti ;*

4.° *Comunicano ai projetti velocità iniziali in ragione diretta delle radici quadrate de' loro diametri e delle loro densità, ed in ragione inversa delle radici quadrate delle densità de' mezzi resistenti .*

Essendo queste condizioni soddisfatte ne segue:

1.° *Che le velocità de' projetti ne' punti omologhi delle trajettorie simili, non meno che i tempi per giungervi, sono nella stessa ragione delle velocità iniziali.*

2.° *Che le dimensioni lineari delle due trajettorie sono proporzionali ai diametri de' projetti.*

Questo teorema sulla similitudine delle trajettorie, descritte dai projetti delle armi rigate, fu da noi dimostrato in un modo diverso in una memoria intitolata: *Du mouvement des projectiles lancés par les armes à feu rayées*, e inserita nello *Spectateur militaire 2.e Série — Tome* **34. 1861.** *Paris.*

Armi da fuoco liscie.

Le armi da fuoco liscie lanciano per lo più projetti sferici. La resistenza, che il mezzo esercita contro i projetti sferici, è ognora diretta al centro di figura. Distingueremo il caso, in cui il centro di gravità non coincide col centro di figura, da quello, in cui questi due centri non formano che un punto solo.

Il primo caso si riferisce ai projetti eccentrici sferici adoperati da alcune artiglierie. In questo caso, acciocchè siavi similitudine fra le trajettorie, sarà d'uopo, in virtù del teorema generale dichiarato sopra, che si abbia

$$v = \sqrt{\lambda},$$

$$\rho = \frac{1}{\sqrt{\lambda}},$$

$$\delta = \mu;$$

ed allora risulterà

$$\tau = \sqrt{\lambda}$$

$$\sigma = \lambda.$$

D'onde il teorema seguente:

Due projetti sferici eccentrici, simili per la disposizione della materia, danno trajettorie simili in mezzi resistenti di densità proporzionali alle densità de' projetti, quando sono lanciati collo stesso angolo, con velocità iniziali in ragione

delle radici quadrate de' loro diametri, e con velocità di rotazione reciprocamente proporzionali alle radici quadre dei medesimi diametri.

In questo caso le velocità ne' punti omologhi, ed i tempi necessarj per percorrere archi simili, sono come le radici quadrate de' diametri, le dimensioni lineari delle trajettorie sono come i diametri dei projetti.

Giova qui osservare, che quando un projetto si rivolge nell'aria intorno un asse, che assai si scosta dalla direzione del moto del suo centro di gravità, l'esperienza ha dimostrato che la rotazione dà origine ad un accrescimento o ad una diminuzione di pressione dell'aria su certe parti della superficie, secondo che queste hanno un moto di rotazione contrario o d'accordo col moto di traslazione.

(*Magnus — De la déviation due au mouvement de rotation des projectiles.* Memoria inserita nella *Revue de technologie militaire, par Delobel: Tome* 1.e 1854 *Liége*).

Acciocchè la similitudine sussista, anche avuto riguardo a questa forza normale, convien che essa sia in ragione della somma del quadrato della velocità di traslazione e del quadrato della velocità di rotazione de' punti della superficie del projetto.

Finora non ben si conosce la misura di questa forza, che fu avvertita, per la prima volta nel 1852, dal sig. Magnus; a noi pare assai plausibile l'ipotesi secondo cui essa crescerebbe parte in ragione del quadrato della velocità del centro di gravità del projetto, e parte in ragione del quadrato della velocità di rotazione della sua superficie.

Se i projetti sferici sono concentrici, si cade sul caso contemplato nel Corollario II.°; allora si avrà il teorema seguente:

Quando le velocità iniziali di due projetti sferici, lanciati col medesimo angolo di elevazione, sono proporzionali alle radici quadre de' diametri, alle radici quadre delle densità loro, e reciprocamente alle radici quadre delle densità de' mezzi resistenti, i due projetti descrivono trajettorie simili. Allora il rapporto delle velocità ne' punti omologhi, ed il rapporto de' tempi per giungere a questi punti, sono uguali al rapporto delle velocità iniziali; il rapporto lineare di simili-

tudine delle trajettorie è uguale al quadrato del rapporto delle velocità.

Egli è questo il teorema detto del Borsa, che è, compreso, come si vede, qual caso particolare, nel teorema generale da noi stabilito.

Sebbene gli esposti teoremi nulla insegnino circa la grandezza assoluta delle trajettorie de' projetti, e non possano servire a risolvere una questione, se non quando una analoga e di difficoltà uguale sia già risolta, nondimeno possono tornare utili in molti casi. Col loro sussidio si potrà, per esempio, giudicare innanzi tratto del tiro di un'arma da fuoco di esecuzione costosa, da prove fatte con una piccola arma, che adempia alle condizioni da noi trovate per la similitudine del tiro.



SULLA COSTITUZIONE E BASICITA' DELL'ACIDO SALICILICO; NOTA DI H. KOLBE E DI E. LAUTEMANN, TRADOTTA DAL TEDESCO DAL PROF. G. *FINOLLO*.

(*Annalen der Chemie und Pharmacie*, CXV, 157).

Dopo che Piria ebbe scoperto il fatto che nell' acido salicilico idrato due atomi d' idrogeno possono essere sostituiti da due atomi di metallo, l' acido salicilico è considerato quasi generalmente come un acido bibasico, ed a quei chimici, i quali vogliono assolutamente che l' acido lattico e i composti affini siano acidi bibasici, in difetto d' altre prove, serve d' argomento per sostenere la loro ipotesi. Essendo stato dimostrato dalle esperienze istituite sull' acido lattico (1) in questo laboratorio che quest' acido non è bibasico ma monobasico, ci proponem-

(1) Kolbe: *Annalen der chemie*, ec. CIX, 257; CXIII, 220 e 223. — Ulrich: ivi CIX, 268. — Lautemann: ivi CXIII, 217. *N. Cim.* T. X. p. 153.

mo di sottoporre eziandio ad un accurato esame la questione relativa alla basicità dell'acido salicilico, composto che ha tanta rassomiglianza coll' acido lattico.

Questo soggetto ci parve tanto più importante in quanto che nel decorso delle nostre ricerche risultò che se l'acido salicilico fosse realmente bibasico verrebbe a trovarsi in opposizione con quei principii che dall' uno di noi furono esposti ultimamente intorno ai rapporti dei composti organici cogli inorganici, e intorno alla capacità di saturazione degli acidi e delle basi (1). Secondo questo modo di vedere l'acido salicilico, come l'acido benzoico che gli è affine e il maggior numero degli acidi organici, deriva dall' acido carbonico $[C_2O_2]$, O_2 e se è bibasico, deve contenere come l'acido carbonico due atomi di ossigeno fuori del radicale. Si può soltanto trovare in esso un rapporto di composizione coll' acido carbonico ammettendo che entrambi gli atomi d'ossigeno del radicale dell' acido carbonico vi si trovino sostituiti dal radicale biatomico $(C_{12}H_4O_2)''$, come indicherebbe la formula $2HO\,[C_2(C_{12}H_4O_2)'']$, O_2. Ma questa ipotesi, lasciando da parte altri fatti, si trova specialmente in tale contraddizione colla diretta formazione da noi osservata dell' acido salicilico da idrato di fenile ed acido carbonico, che immediatamente venne da noi abbandonata come inammissibile.

Per cercare se fosse possibile la spiegazione di queste diverse contradizioni, cominciammo dall' esame del sale baritico scoperto da Piria contenente due atomi di bario (secondo Piria $2\,BaO\,.\,C_{14}H_4O_4 + 4HO$). Trovammo, com'era da aspettarsi, essere esatto questo dato che il sale a 140° perde quattro atomi d'acqua; anzi osservammo che questa quantità d'acqua si elimina già a 100° quando lo si tenga per molto tempo in un essiccatore su della calce caustica a bagno maria.

La sua proprietà di scomporsi così facilmente per l'acido carbonico dell' aria con separazione di carbonato baritico ci fece subito sospettare che sia nello stretto senso della parola un sale basico, e che il composto idratato possa avere una composizione corrispondente alla formula $BaO\,.\,C_{14}H_5O_5 + BaO\,.\,HO + 2HO$. Pensammo che se questo sale sotto l'azione

(1) *Annalen der chemie*, ec. CXIII, 293. *N. Cim.* T. XII. p. 159.

del calore perde quattro atomi d'acqua, in queste condizioni due atomi d'acqua possano formarsi a spese dei componenti dell'acido, nello stesso modo che l'acido citrico in condizioni simili si trasforma in acido aconitico. Il sale così formato sarebbe allora composto come esprime la formula: $BaO.C_{14}H_3O_3 + BaO.HO$. È chiaro che se dal sale disidratato si arrivasse ad estrarre l'acido $HO.C_{14}H_3O_3$ (1), si avrebbe un forte argomento per ammettere questa ipotesi.

Preso adunque questo sale disidratato di recente e finamente polverizzato, si sospese nell'etere, difendendolo per quanto era possibile dal contatto dell'aria: vi si fece attraversare a caldo dell'acido solforoso secco, e quindi il liquido etereo filtrato si fece rapidamente evaporare. Esso non lasciò che un piccolo residuo che aveva i caratteri dell'acido salicilico, il quale evidentemente si era rigenerato per effetto delle piccole quantità d'umidità introdottasi durante le operazioni.

Questo risultato negativo ci dimostrò abbastanza che le nostre supposizioni non erano fondate, e ci determinò a lasciare in disparte qualunque ricerca in questo senso. Ciò non ostante, fondandoci specialmente sulle considerazioni seguenti, riguardammo come indubitato che l'acido salicilico sia un acido monobasico.

Una comparazione anche superficiale dell'acido salicilico con altri acidi veramente bibasici ci fa scorgere subito delle singolari anomalie. Fra tutti gli eteri acidi, (acidi vinici) alla quale classe di corpi apparterrebbe l'essenza di gaultheria se l'acido salicilico fosse un acido bibasico, non ve n'ha alcuno che possegga pur una delle proprietà dell'essenza medesima: nessuno come questa è insolubile nell'acqua, nessuno è indecomponibile e suscettibile di distillare mantenendo costante la temperatura dell'ebullizione, nessuno possiede l'odore degli olj essenziali. All'incontro l'essenza di gaultheria ha tutte le proprietà degli eteri composti neutri, prescindendo soltanto da quella di potersi combinare colle basi forti per fare dei sali;

(1) Quest'acido sembra che realmente esista e sia contenuto allo stato anidro in combinazione coll'acido salicilico anidro nel composto chiamato da Gerhardt *salicilide*: $C_{14}H_4O_4$.

quantunque intorno a ciò debbasi osservare che essa non può scacciare l' acido carbonico da una soluzione acquosa bollente di carbonato di potassa, sebbene ordinariamente vi si sciolga, sotto il quale rapporto si comporta pure in un modo diverso da tutti gli eteri acidi.

Inoltre per ciò che riguarda il modo di formazione del salicilato d' etile, facendo bollire acido salicilico con alcole e acido solforico, è da notarsi che questo è lo stesso processo col quale si ottengono gli eteri neutri degli acidi mono e bibasici. Non si è mai osservato che in queste condizioni distilli un etere acido ossia un acido vinico.

Anche i sali neutri dell' acido salicilico con due atomi d' ossido metallico si comportano diversamente da quelli degli acidi realmente bibasici. Non esiste alcun acido organico bibasico i cui sali neutri solubili nell' acqua abbiano reazione alcalina. Tuttavia l' acido salicilico non entra certamente fra gli acidi più deboli. Esso in ogni caso supera l' acido sebacico nell' affinità per le basi, e ciò malgrado i suoi sali con una base alcalina, i quali contengono due atomi di metallo, mostrano una forte reazione alcalina, mentre i composti omonimi formati dall' acido sebacico e da altri acidi organici bibasici sono assolutamente neutri.

Intorno alla questione riguardante la basicità dell' acido salicilico, merita eziandio di esser presa in considerazione la circostanza che di quest' acido non si conosce ancora alcuna diamide, la quale, supposto che esso fosse bibasico, dovrebbe avere la composizione: $\left.\begin{matrix}(C_{14}H_4O_4)''\\ H_4\end{matrix}\right\} N_2$, mentre che tutti gli acidi bibasici si possono con tanta facilità trasformare direttamente in diamidi.

Queste considerazioni poste sulla bilancia avrebbero già un peso sufficiente per dovere rigettare come inammissibile l' opinione che l' acido salicilico sia bibasico, la quale opinione non si fonda che sopra un solo fatto, e per dover cercare un' altra spiegazione di questo fatto medesimo. Ma a questi argomenti se ne aggiungono altri due, i quali valgono a dissipare qualunque dubbio intorno alla monobasicità dell' acido salicilico.

Relativamente alla basicità dell' acido salicilico merita una

seria considerazione la circostanza che quest' acido sta coll' idruro di salicile e colla saligenina in quello stesso rapporto che l' acido benzoico coll' aldeide benzoica e coll' alcole benzoico. Ma soltanto gli acidi monobasici hanno le aldeidi e gli alcoli corrispondenti: perciò l' acido salicilico deve essere monobasico, a meno che dalla saligenina e dall' idruro di salicile non si generi prima un acido monobasico isomero coll' acido salicilico, il quale per un mutamento molecolare si trasformi in acido salicilico. Noi tenemmo conto eziandio della possibilità di questo fatto, ed esaminammo accuratamente i prodotti che si formano da detti composti sotto l' azione di diversi ossidanti, ma non potemmo trovar mai un acido diverso dal salicilico. — Gli sforzi di alcuni chimici tendenti a dimostrare l' esistenza degli alcoli e delle aldeidi anche per gli acidi bibasici, p. e. il volere spacciare l' idrato d' etilene come alcole e il gliossale come aldeide dell' acido ossalico non sono che giuochi di formule, e perciò non meritano alcuna considerazione.

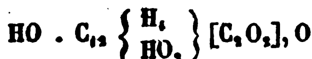
Finalmente un altro argomento capitale in favore della monobasicità dell' acido salicilico ci è fornito dal modo con cui si comporta col percloruro di fosforo. Come acido bibasico, dietro l' analogia cogli altri acidi bibasici, dovrebbe somministrare un bicloruro della composizione $C_{14}H_4O_2Cl_2$. È ben vero che distillando il salicilato di soda secco con pentacloruro di fosforo si ottiene una grande quantità di un composto avente questa composizione. Ma questo bicloruro si distingue essenzialmente dai veri bicloruri degli acidi bibasici perchè in contatto coll' acqua ed anche facendolo bollire con una soluzione di potassa, non rigenera acido salicilico, ma soltanto muta coll' ossigeno l' *uno* dei due atomi di cloro e si trasforma in quell' acido clorurato che per la sua composizione empirica per qualche tempo venne riguardato come acido clorobenzoico. È chiaro che i due atomi di cloro in questo cloruro non esercitano le stesse funzioni. La stabilità con cui l' atomo di cloro è legato nell' acido clorurato che si forma, dimostra abbastanza che esso fa parte del radicale, e ci fa credere che esso vi è combinato nello stesso modo che l' atomo di cloro nell' acido cloropropionico che si genera dall' acido lattico nelle medesime condizioni.

Questo ci servì di guida per decidere giustamente, come crediamo aver fatto, la questione intorno alla costituzione dell'acido salicilico. Ma innanzi tutto dobbiamo pure osservare che anche l'ipotesi che avevamo fatta da principio intorno alla natura dell'acido salicilico, la quale da una parte si fonda sulla sua scomposizione in idrato di fenile ed acido carbonico, e dall'altra sulla sua riproduzione da questi due composti, non regge quando venga sottoposta ad una critica più severa. I rapporti suaccennati dell'acido salicilico colla sua aldeide e coll'alcole son quelli specialmente che non permettono di considerarlo come acido fenilecarbonico: $\left.\begin{matrix}C_{12}H_5O\\HO\end{matrix}\right\} C_2O_4$.

Si è appunto a questi rapporti che credemmo di dover dare la massima importanza nella questione riguardante la basicità dell'acido salicilico; e in questo modo acquistammo la certezza che l'acido salicilico deve avere una composizione del tutto analoga a quella dell'acido lattico nel medesimo senso in cui noi consideriamo quest'ultimo come un derivato monobasico dell'acido carbonico, come esprimono le formule seguenti:



acido ossietilecarbonico
(acido lattico)



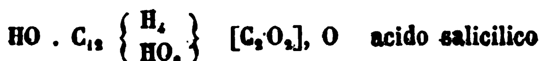
acido ossifenilecarbonico
(acido salicilico).

È vero che contro questa ipotesi, prescindendo dalla supposta bibasicità dell'acido salicilico, sorge una difficoltà in ciò che l'acido salicilico sembra avere una costituzione eguale all'isomero acido ossibenzoico. Ciò non ostante eravamo persuasi fin dal principio che se tale ipotesi era giusta si doveva trovar pure la soluzione di questa difficoltà, soluzione che crediamo infatti di aver ritrovata.

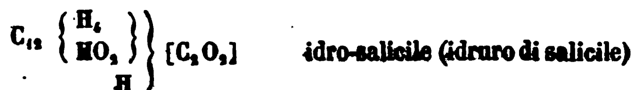
Esaminammo prima in qual ordine i numerosi composti che per la loro genesi sono affini all'acido salicilico vengono a collegarsi col medesimo quando esso si consideri come acido ossifenilecarbonico.

Partendo dai principii fondamentali che recentemente l'uno di noi espose intorno alla relazione delle combinazioni organi-

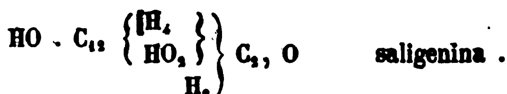
che colle inorganiche e specialmente intorno ai rapporti degli alcoli, delle aldeidi e dei loro acidi coll'acido carbonico, queste relazioni per i composti in discorso prendono la forma espressa dalle formule seguenti:



$$HO\ .\ C_{12} \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix} \right\} [C_2O_2],\ O$$ acido salicilico



$$C_{12} \left. \begin{matrix} \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix} \right\} \\ H \end{matrix} \right\} [C_2O_2]$$ idro-salicile (idruro di salicile)



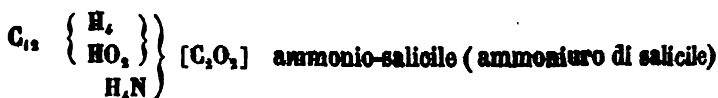
$$HO\ .\ C_{12} \left. \begin{matrix} \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix} \right\} \\ H_2 \end{matrix} \right\} C_2,\ O$$ saligenina.

Il radicale fenile si distingue in un modo rimarchevole dai veri radicali alcolici per avere un carattere negativo molto più forte il quale si spiega specialmente nell' idrato di fenile. Questo carattere si verifica forse in maggior grado nell' ossifenile, dal che consegue che non solo l'acido salicilico è un acido più energico dell' acido ossibenzoico, ma che l' aldeide salicilica possiede proprietà acide più forti che le altre aldeidi.

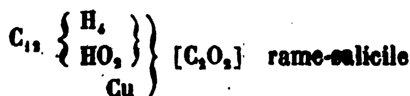
Invece di dilungarci in ulteriori considerazioni faremo seguire una serie di formule riguardanti alcuni dei più importanti derivati dell' aldeide salicilica, le quali nella forma più concisa fanno vedere come noi interpretiamo la loro composizione e i loro rapporti coll' aldeide medesima:



$$C_{12} \left. \begin{matrix} \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix} \right\} \\ H \end{matrix} \right\} [C_2O_2]$$ idro-salicile (idruro di salicile)



$$C_{12} \left. \begin{matrix} \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix} \right\} \\ H_4N \end{matrix} \right\} [C_2O_2]$$ ammonio-salicile (ammoniuro di salicile)



$$C_{12} \left. \begin{matrix} \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix} \right\} \\ Cu \end{matrix} \right\} [C_2O_2]$$ rame-salicile

$$\left.\begin{matrix}C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}\\ Na\end{matrix}\right\}[C_2O_2] + \left.\begin{matrix}C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}\\ H\end{matrix}\right\}[C_2O_2]$$

così detto salicilito acido di soda

$$\left.\begin{matrix}C_{12}\left\{\begin{matrix}H_3\\Br\\HO_2\end{matrix}\right\}\\ H\end{matrix}\right\}[C_2O_2]$$

idro-bromosalicile (idruro di bromosalic.) (acido bromosaliciloso)

$$\left.\begin{matrix}C_{12}\left\{\begin{matrix}H\\Br_3\\HO_2\end{matrix}\right\}\\ H\end{matrix}\right\}[C_2O_2]$$

idro-tribromosalic. (idruro di tribromosal.) (acido tribromosaliciloso)

$$\left.\begin{matrix}C_{12}\left\{\begin{matrix}H_3\\Cl\\HO_2\end{matrix}\right\}\\ Ba\end{matrix}\right\}[C_2O_2]$$

bario-clorosalicile (clorosalicilito di barite)

$$\left.\begin{matrix}C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}\\ (C_2H_3)\,C_2O_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2]$$

acetile-salicile (acetiluro di salicile) (acetosalicile)

$$\left(\left.\begin{matrix}C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}\\ H\end{matrix}\right\}C_2\right)_3^{''} N_2$$

idrosalicilamide (salicilimide)

$$\left.\begin{matrix}\left(\left.\begin{matrix}C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}\\ H\end{matrix}\right\}C_2\right)_2^{''}\\ \left(\left.\begin{matrix}C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}\\ (HCu_2)N\end{matrix}\right\}C_2\right)^{''}\end{matrix}\right\} N_2$$

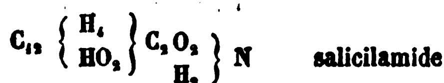
rame-salicilimide

$$\left.\begin{matrix}\left(\left.\begin{matrix}C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}\\ H\end{matrix}\right\}C_2\right)_2^{''}\\ \left(\left.\begin{matrix}C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}\\ H(Fe_2)^{'''}\,N\end{matrix}\right\}C_2\right)^{''}\end{matrix}\right\} N_2$$

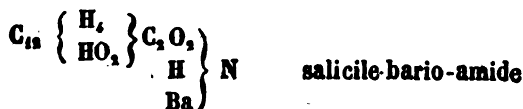
ferro-salicilimide

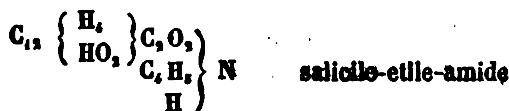
Dalle dette formule si vede come nell' ipotesi sopraenunciata questi derivati che sinora formavano l'una delle parti più difficili ad interpretarsi della chimica organica, vengono a trovarsi fra loro in un rapporto molto semplice.

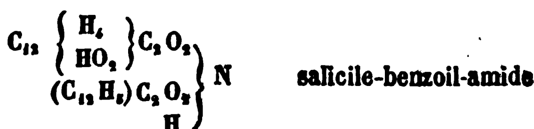
Il supposto acido salicilamico è, come venne ammesso fin dal principio, l' amide del salicile: anch' esso deve le sue proprietà acide al carattere negativo dell' ossifenile che vi è contenuto. La composizione della salicilamide e delle combinazioni che ne derivano si rende evidente per mezzo delle seguenti formule razionali:


salicilamide


nitrosalicilamide


salicile-bario-amide


salicile-etile-amide

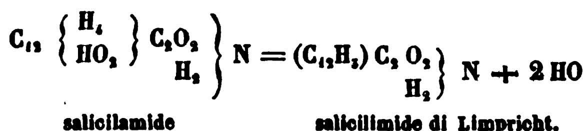

salicile-benzoil-amide


salicile-benzoile-argentamide.

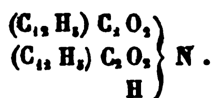
Nella combinazione chiamata da Limpricht *salicilimide* (1)

(1) *Annalen der Chemie*, ec. XCVIII, 261.

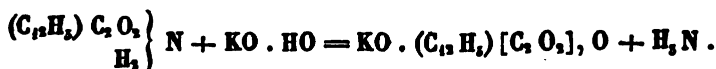
la quale si ottiene scaldando a 270° C la salicilamide e che consta di $C_{14}H_5NO_4$ non esiste più il radicale salicile: $C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2]$, ma probabilmente il radicale: $(C_{12}H_4)[C_2O_2]$. Nella sua formazione, dal radicale ossifenile della salicilamide si separano semplicemente gli elementi di 2 atomi d'acqua:



Nello stesso modo la benzoilesalicilimide di Limpricht che si forma scaldando a 270° la salicilebenzoilamide, si deve considerare come composta secondo la formola:



La così detta salicilimide sarà forse il mezzo più acconcio per effettuare la trasformazione dell'acido salicilico nell'acido ancora sconosciuto: $HO\,(C_{12}H_4)[C_2O_2], O$ il quale presenterebbe uno speciale interesse per la sua relazione coll'acido salicilico. Dobbiamo infatti aspettarci che facendo bollire la medesima con una soluzione di potassa si scinda in ammoniaca ed in quest'acido:

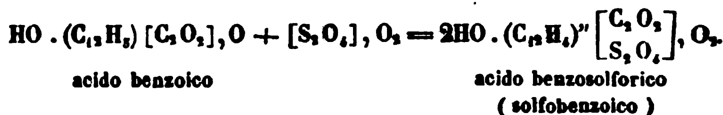


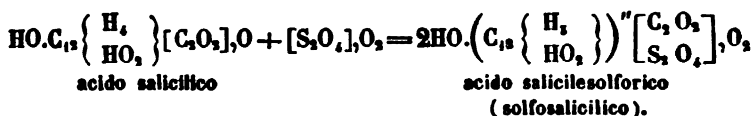
L'uno di noi si occupa appunto di questo soggetto.

Ammettendo la suindicata costituzione dell'acido salicilico si semplificano molto i suoi rapporti coll'acido salicilesolforico (solfosalicilico), che consideriamo composto secondo la formula:

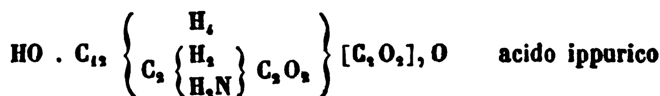


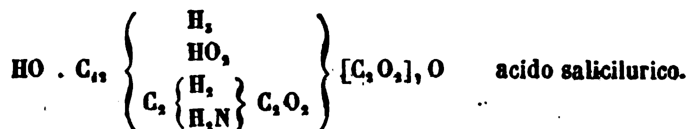
La sua costituzione e formazione è del tutto analoga a quella dell' acido benzosolforico (solfobenzoico):





Anche la composizione dell' acido salicilurico è del tutto analoga a quella dell' acido ippurico, quando si prenda l' acido salicilico nel senso sovraindicato cioè come acido monobasico:





Dopo che per le dette considerazioni acquistammo la convinzione che allorquando si riguarda l' acido salicilico come acido ossifenilecarbonico, tutti questi rapporti si possono interpretare in un modo soddisfacente e semplicissimo, e che nella sua storia non si trova alcun fatto che presenti una difficoltà contro questa ipotesi, passammo ad esaminare la questione come si possa spiegare l' isomeria degli acidi salicilico e ossibenzoico, i quali stando all' apparenza avrebbero un' eguale costituzione.

Partendo dall' osservazione fatta da Limpricht ed Uslar (1) che l' acido della composizione $HO . C_{14} (H_4Cl) O_3$ che si forma dall' acido salicilico distillandolo col cloruro fosforico e scom-

(1) *Annalen der chemie*, ec. cII, 264.

ponendo il prodotto coll' acqua, il quale acido fino allora si era considerato come acido clorobenzoico, non è identico col vero acido clorobenzoico preparato da essi col cloruro di solfobenzoile, e così avendo noi un secondo esempio d' isomeria di due acidi della serie salicilica e benzoica, dopo maturo esame intorno alla causa di questa isomeria, sorse in noi il pensiero che questa debba trovarsi pure fra gli acidi primitivi dai quali sembrano derivare da una parte i due acidi clorobenzoici e dall'altra gli acidi ossibenzoico e salicilico, in altre parole che a fianco dell' acido benzoico debba esistere pure un altro acido isomero, entrambi della composizione: $HO . (C_{12}H_5) [C_2O_2] , O$.

Era facile accertarsi di ciò, quando nell' acido derivante dall'acido salicilico ed isomero col vero acido clorobenzoico ci fosse riuscito di sostituire l' atomo del cloro per mezzo dell' idrogeno.

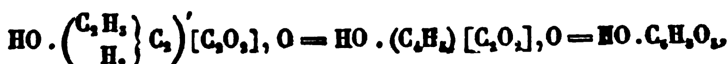
Le esperienze eseguite in questo senso e che saranno in seguito descritte, confermarono infatti le nostre congetture. L'acido decloruraio in tal modo ottenuto ha la stessa composizione che l' acido benzoico, ma possiede in parte delle proprietà molto diverse.

È difficile il pensare che quest' ultima isomeria provenga da altra causa che da una differenza dei radicali $C_{12}H_5$ contenuti nei due acidi, ipotesi la quale è tanto più giustificata in quanto che non si può dubitare che esistano realmente dei radicali isomeri analoghi. La differenza nelle proprietà che presentano i radicali isomeri $C_{14}H_7$ nell' idrato di toluile (nell'alcole benzoico) e nell' idrato di cresile, differenza proveniente in tutti i casi da una diversa costituzione, è la miglior prova che si possa addurre. I due radicali in discorso, $C_{12}H_5$, sono i loro omologhi più prossimi.

È indubitato che il radicale $C_{14}H_7$ dell' idrato di toluile (idrato di benzetile) è un vero radicale alcolico; poichè permette che uno o due atomi d' idrogeno si mutino con ossigeno e che quindi il suo idrato si cambi in aldeide e nell' acido corrispondente. Dietro i principii sviluppati recentemente dall'uno di noi intorno alla costituzione dei radicali alcolici (1), i me-

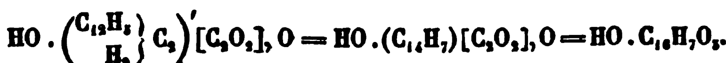
(1) *Annalen der chemie*, ec. CXIII, 304.

desimi contengono tutti quanti due atomi di carbonio combinati con un atomo di un radicale analogo all'idrogeno e combinati inoltre con due atomi d'idrogeno a parte. In questo senso esprimiamo la composizione razionale dell'etile colla formula: $\left.\begin{matrix}C_2H_3\\H_2\end{matrix}\right\} C_2$ e quella del toluile (benzetile) colla formula: $\left.\begin{matrix}C_{12}H_5\\H_2\end{matrix}\right\} C_2$. Questi ed altri radicali alcolici monoatomici s'incontrano pure come è noto, negli acidi grassi ed aromatici, come p. e. l'etile nell'acido propionico:



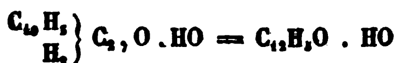
$$HO.\left(\left.\begin{matrix}C_2H_3\\H_2\end{matrix}\right\} C_2\right)'[C_2O_2],O = HO.(C_4H_5)[C_2O_2],O = HO.C_6H_5O_3,$$

il toluile nell'acido toluico:



$$HO.\left(\left.\begin{matrix}C_{12}H_5\\H_2\end{matrix}\right\} C_2\right)'[C_2O_2],O = HO.(C_{14}H_7)[C_2O_2],O = HO.C_{16}H_7O_3.$$

Così è certo che nell'acido benzoico veramente omologo coll'acido toluico esisterà un vero radicale alcolico della composizione $C_{12}H_5 = \left.\begin{matrix}C_{10}H_5\\H_2\end{matrix}\right\} C_2$, il cui alcole:



$$\left.\begin{matrix}C_{10}H_5\\H_2\end{matrix}\right\} C_2,O.HO = C_{12}H_7O.HO$$

isomero coll'idrato di fenile è ancora sconosciuto. Questo radicale facendo parte dell'acido benzoico sarà d'ora in poi indicato da noi col nome di benzile per distinguerlo dal suo isomero fenile dell'idrato di fenile.

Il fatto che l'idrato di cresile e l'idrato di fenile non possono produrre aldeidi ed acidi corrispondenti per cui neppure appartengono agli alcoli, ci indica chiaramente che ai loro radicali mancano i due atomi d'idrogeno a parte che rendono possibile il passaggio degli alcoli in aldeidi ed in acidi. Da ciò consegue che essi devono avere una costituzione differente, cioè contenere dei principii immediati diversi. Finora non è possi-

bile il dire con esattezza quali sono i principii immediati del fenile e del cresile: forse contengono un radicale triatomico combinato con C_2, nel qual caso la composizione dell' idrato di fenile e di cresile si esprimerebbe colle formule:



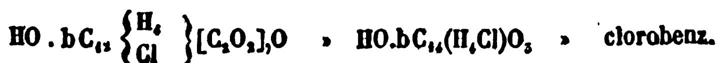
$$(C_{10}H_5)''' C_2, O . HO \quad e \quad (C_{12}H_7)''' C_2, O . HO .$$

Per ora ci basti il constatare la possibilità che due radicali di eguale composizione empirica possono avere una diversa costituzione come altri composti chimici fra loro isomerici.

Se si considera che intima è la relazione che ha coll'idrato di fenile l' acido salicilico e che per effetto di due semplici sostituzioni consecutive si genera da questo un acido isomero coll' acido benzoico, non si può dubitare che questo contenga il vero radicale fenile. Quindi si deve considerare il medesimo come acido fenile carbonico, l' acido clorurato dal quale si è ottenuto come acido clorofenilecarbonico, e l' acido salicilico come acido ossifenilecarbonico, e i composti isomeri, i quali invece del fenile contengono il radicale benzile e i suoi derivati si possono chiamare acido benzilecarbonico, clorobenzilecarbonico e ossibenzilecarbonico. Se non che invece di questi nomi poco comodi, conviene per gli ultimi tre composti conservare gli ordinarii nomi più brevi, di acido benzoico, clorobenzoico ed ossibenzoico. Parimente d' ora in poi l' acido fenilecarbonico verrà da noi chiamato col nome d' *acido salilico*, l' acido clorofenilecarbonico con quello di acido *clorosalilico*, e l' acido ossifenilecarbonico con quello d' acido *ossisalilico* o di acido salicilico come si è fatto finora. Essendo necessario che le formule di queste coppie d' acidi isomeri il cui numero si può facilmente aumentare siano anch' esse distinte in modo che subito si riconosca a quale di questi acidi si riferisce la formula, si soddisfa forse a questo bisogno colla maggior semplicità nel modo seguente:



$HO . b (C_{12} H_5) [C_2O_2],O$ ossia $HO.bC_{14}H_5O_3$ acido benzoico



$HO . bC_{12} \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ Cl \end{matrix} \right\} [C_2O_2],O$ » $HO.bC_{14}(H_4Cl)O_3$ » clorobenz.

$HO \cdot bC_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O$ ossía $HO.bC_{14}H_5O_5$ acido ossibenzoic.

$HO \cdot p\,(C_{12}H_5)\ [C_2O_2],O$ ossia $HO \cdot p\,C_{14}H_5O_3$ » salilico

$HO \cdot pC_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\Cl\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O$ ossia $HO.pC_{14}(H_4Cl)O_3$ » clorosalilico

$HO \cdot pC_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O$ ossia $HO.pC_{14}H_5O_5$ » ossisalilico
(salicilico).

Resta ancora ad esaminare in qual maniera la composizione dei sali dell' acido salicilico ottenuti da Piria, non che la formazione di quest' acido da idrato di fenile ed acido carbonico si possono conciliare coll' anzidetto modo di considerare la sua costituzione.

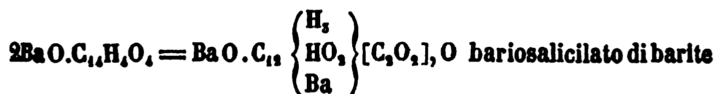
Se si considera che l' idrogeno è sostituibile dai metalli non solo negli atomi d' acqua basica degli acidi idrati, ma che anche in altri composti p. e. nell' ammoniaca i singoli atomi d' idrogeno si possono sostituire coi metalli, e che nei radicali organici lo scambio dell' idrogeno si può effettuare facilmente per mezzo di corpi, i quali (come gli alogeni, l' acido iponitrico, l' amide) differiscono più dal medesimo che non i metalli, siamo obbligati ad ammettere che nei radicali, anche i metalli possono entrare al posto dell' idrogeno.

Fra tutti i radicali il fenile si distingue da una parte per una grande stabilità, e dall' altra per la facilità con cui si presta alla sostituzione di varii atomi d' idrogeno con altre sostanze, il che invece di implicare contraddizione, è piuttosto una conferma di quanto diciamo: le quali preprietà ci fanno prevedere che se in generale nei radicali organici l' idrogeno è sostituibile dai metalli, nei composti del fenile queste sostituzioni si devono effettuare colla massima facilità.

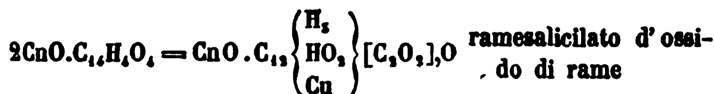
Ora noi nel decorso delle nostre esperienze acquistammo il convincimento che i sali di Piria con 2 atomi di metallo appartengono alla suddetta specie di composti, cioè sono da riguardarsi come sali neutri dell' acido salicilico monobasico il

quale nel suo radicale ossifenile ha mutato un atomo d'idrogeno con un atomo di metallo, come esprimono le formule seguenti:

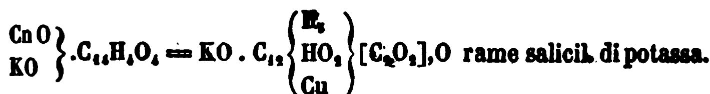
secondo Piria



$$2BaO.C_{14}H_4O_4 = BaO.C_{12}\left\{\begin{matrix}H_3\\HO_2\\Ba\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O$$ bariosalicilato di barite

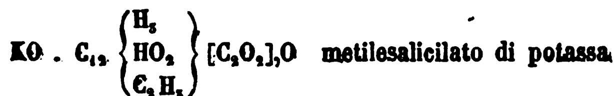


$$2CuO.C_{14}H_4O_4 = CuO.C_{12}\left\{\begin{matrix}H_3\\HO_2\\Cu\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O$$ ramesalicilato d'ossido di rame



$$\left.\begin{matrix}CuO\\KO\end{matrix}\right\}.C_{14}H_4O_4 = KO.C_{12}\left\{\begin{matrix}H_3\\HO_2\\Cu\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O$$ rame salicil. di potassa.

A questi sali dell'acido salicilico contenente metallo si rannodano pure i seguenti composti analoghi:



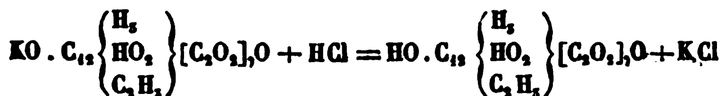
$$KO.C_{12}\left\{\begin{matrix}H_3\\HO_2\\C_2H_3\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O$$ metilesalicilato di potassa



$$C_2H_3O.C_{12}\left\{\begin{matrix}H_3\\HO_2\\C_2H_3\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O$$ metilesalicilato d'ossido di metile.

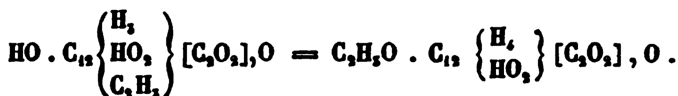
Abbiamo cercato di separare l'acido metilesalicilico dal gualteriato di potassa per mezzo di acidi deboli ed evitando per quanto era possibile l'azione del calore, ma abbiamo sempre ottenuto soltanto del salicilato d'ossido di metile. È chiaro che l'acido metilesalicilico non può esistere allo stato d'idrato e che nel momento in cui si separa si scompone subito in modo che l'atomo d'idrogeno basico ed il metile contenuto nel radicale mutano a vicenda di posto:

prima fase



$$KO.C_{12}\left\{\begin{matrix}H_3\\HO_2\\C_2H_3\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O + HCl = HO.C_{12}\left\{\begin{matrix}H_3\\HO_2\\C_2H_3\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O + KCl$$

seconda fase



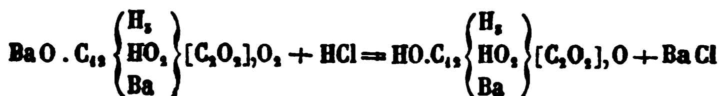
$$HO\,.\,C_{12}\begin{Bmatrix}H_3\\HO_2\\C_2H_3\end{Bmatrix}[C_2O_2],O = C_2H_3O\,.\,C_{12}\begin{Bmatrix}H_4\\HO_2\end{Bmatrix}[C_2O_2],O\,.$$

Ha luogo la reazione inversa nella combinazione del salicilato d'ossido di metile colla potassa. Mentre l'ossido di potassio prende il posto dell'ossido di metile, il metile entra nel radicale dell'acido invece di un atomo d'idrogeno, con formazione d'acqua.

Sarebbe forse più semplice l'ammettere, come fanno alcuni chimici, che l'essenza di gaultheria sia quest'acido metilesalicilico e che contenga il metile nel radicale. Ma ci vuol poco per vedere come erronea sia questa ipotesi. Poichè se si considera che quei derivati dell'acido salicilico, i quali contengono cloro e acido iponitrico al posto di idrogeno, nelle loro proprietà si mostrano molto analoghi all'acido salicilico, e che il metile è anche più affine all'idrogeno che non gli alogeni e l'acido iponitrico, è chiaro che l'acido salicilico che contiene metile al posto di idrogeno, se esistesse allo stato di idrato, sarebbe anche più analogo all'acido primitivo che non i composti clorici e nitrici. Ora le proprietà dell'essenza di gaultheria contrastano nel modo il più evidente con questa naturale conseguenza.

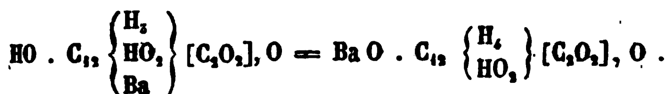
Si comprende come l'esistenza allo stato d'idrato dei derivati metallici dell'acido salicilico è anche più difficile di quella dell'acido metilesalicilico. Quando si toglie ai loro sali l'*atomo* dell'ossido metallico basico aggiungendo precisamente tanto acido quanto è necessario, l'acido metallosalicilico subisce immediatamente la stessa modificazione molecolare che l'acido metilesalicilico, cioè da idrato d'acido salicilico contenente metallo, diventa salicilato d'ossido metallico:

prima fase



$$BaO\,.\,C_{12}\begin{Bmatrix}H_3\\HO_2\\Ba\end{Bmatrix}[C_2O_2],O_2 + HCl = HO.C_{12}\begin{Bmatrix}H_3\\HO_2\\Ba\end{Bmatrix}[C_2O_2],O + BaCl$$

seconda fase



$$HO \;.\; C_{12} \left\{ \begin{matrix} H_3 \\ HO_2 \\ Ba \end{matrix} \right\} [C_2O_2], O = Ba\,O \;.\; C_{12} \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix} \right\} [C_2O_2], O \;.$$

Partendo dalla facilità colla quale in generale il platino si può sostituire all'idrogeno nei composti organici, si può supporre che forse si possa ottenere un acido platinosalicilico idrato.

Istituimmo diverse ricerche, sperando che l'esperienza venisse in conferma della nostra opinione intorno alla composizione di detto acido metallizzato; ed in questa occasione facemmo delle osservazioni speciali che hanno una certa importanza; ma non potemmo trovare alcun fatto il quale più o men bene si potesse spiegare, ammettendo anche con Piria la natura bibasica dell'acido salicilico. Faremo breve menzione di una fra queste osservazioni.

Dopo esserci assicurati che la soluzione acquosa fredda del salicilato di barite non cambia colla tintura d'iodio, che per lo meno il color giallo che acquista coll'aggiunta di alcune goccie di tintura si mantiene costante per lungo tempo, esaminammo come si comporta coll'iodio la soluzione acquosa del bariosalicilato di barite. Credevamo senz'altro di doverci aspettare che l'atomo di bario che si trova nel radicale dovesse facilmente venir sostituito dall'iodio con formazione d'ioduro di bario, e che perciò dal bariosalicilato di barite si otterrebbe dell'iodosalicilato di barite. L'esperienza confermò completamente la nostra previsione. Versando la tintura d'iodio nella soluzione satura a freddo di bario-salicilato di barite, agitando costantemente il liquido, scomparisce subito la tinta dell'iodio. Soltanto dopo che si è versata una considerevole quantità di soluzione d'iodio, si osserva che il colore scompare meno rapidamente finchè in ultimo aggiungendo ancora alcune goccie di soluzione d'iodio, il liquido rimane colorato per un tempo più lungo. Nell'ultimo stadio si osserva inoltre che il liquido che era al principio perfettamente chiaro s'intorbida leggiermente separandosi dei piccoli cristalli incolori che probabilmente sono formati da acido trijodosalicilico.

L' acido cloridrico precipita dalla soluzione, che ha acquistato una debole reazione acida, un miscuglio di acidi mono, bi, trijodosalicilico, assieme ad un po' d' acido salicilico. Il bariosalicilato di barite sotto l' azione dell' iodio si cambia prima in ioduro di bario e mono-iodosalicilato di barite, il quale ultimo nei punti in cui la tintura d' iodio cade nella soluzione salina si trasforma in parte in bi e trijodosalicilato di barite anche in presenza del bariosalicilato di barite ancora inalterato. L' acido iodidrico che in questo modo si forma scompone allora la porzione restante di bariosalicilato di barite rimasta fin qui indecomposta trasformandolo in ioduro di bario e salicilato di barite, la cui soluzione acquosa, come si è disopra notato, non viene più alterata dall' iodio. Invece, come ci siamo assicurati con un' apposita esperienza, il mono-iodo e bi-iodosalicilato di barite nella soluzione acquosa subisce ancora a poco a poco un' altra sostituzione dell' idrogeno per mezzo dell' iodio, per cui avviene che dalla soluzione salina quando essa non scolora più la tintura d' iodio si precipita coll' acido cloridrico un miscuglio d' acido salicilico e di acidi mono, bi, e trijodosalicilico.

La formazione da noi constatata dell' acido salicilico (1), mediante la combinazione dell' idrato di fenile con acido carbonico, si spiega nel modo il più semplice, ammettendo che l' acido salicilico che ne risulta abbia una composizione corrispondente a quella dell' acido eterecarbonico ed eteresolforico; la quale ipotesi concorda perfettamente colla scomposizione che subisce l' acido salicilico sotto l' azione del calore in idrato di fenile ed acido carbonico. Tuttavia sappiamo che non è sempre esatta quell' interpretazione d' un fatto che fra tutte le altre sembra la più semplice pel caso di cui trattasi. Perciò questa ipotesi intorno alla costituzione dell' acido salicilico, quantunque spieghi assai bene non solo questo suo modo di formazione e di scomposizione, ma anche la sua isomeria coll'acido ossibenzoico, per i motivi già disopra sviluppati, venne subito abbandonata di bel nuovo come inammissibile.

Sciogliendo del sodio nell' idrato di fenile in cui si faccia

(1) *Annalen der chemie* ec. CXIII, 125.

passare dell' acido carbonico si forma realmente, come possiamo aspettarci, dell' acido fenilecarbonico in combinazione colla soda, come pure si forma dall' ossido di fenilesodio quando assorbe l' acido carbonico: però quest' acido fenilecarbonico non è identico, ma soltanto isomero coll' acido salicilico, nello stesso modo che l' etilecarbonato di soda che in condizioni simili si genera dall' ossido di etilesodio (alcole sodato) e da acido carbonico è soltanto isomero coll' acido lattico. Però nel caso dell' idrato di fenile si formano nello stesso tempo i due acidi, cioè il salicilico e il fenilecarbonico; e quest' ultimo quando si rende libero dal sale di soda per mezzo dell' acido cloridrico si scompone subito in acido carbonico ed idrato di fenile; scomposizione simile a quella dell' acido eterecarbonico (carbovinico).

Partendo adunque dall' analogia, sebbene l' idrato di fenile non si comporti sotto tutti i punti in un modo simile a quello dei veri alcoli, si potrebbe sospettare che quando si scioglie il sodio nell' alcole assoluto facendovi passare una corrente d' acido carbonico assieme all' eterecarbonato di soda si formi pure dell' acido lattico. Le esperienze però a questo proposito istituite diedero un risultato negativo. Ciò non ostante la formazione d' un ossiacido in queste condizioni non è certamente un fatto isolato. È anzi noto da molto tempo che quando si combina alcole assoluto con acido solforico anidro, assieme all'acido eteresolforico (solfovinico) si forma eziandio un composto isomero, l' acido isetionico, il quale avuto riguardo alla sua composizione sta con esso nello stesso rapporto che l' acido lattico coll' acido eterecarbonico, e l' acido salicilico coll' acido fenilecarbonico:



eterecarbonato di soda



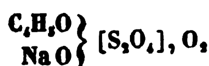
ossietilecarbonato di soda
(lattato di soda)



fenilecarbonato di soda

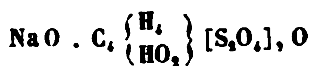


ossifenilecarbonato di soda
(salicilato di soda)



$$\left.\begin{matrix} C_4H_5O \\ NaO \end{matrix}\right\} [S_2O_4], O_2$$

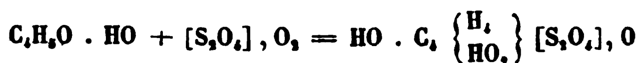
eteresolfato di soda



$$NaO \,.\, C_4 \left\{\begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix}\right\} [S_2O_4], O$$

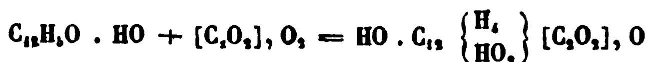
ossietilesolfato di soda
(isetionato di soda)

La formazione di questi ossiacidi si effettua in modo che dei due atomi d'ossigeno dell'acido solforico e dell'acido carbonico che non fanno parte del radicale l'uno si combina coll'ossido d'etile o coll'ossido di fenile per fare ossietile od ossifenile, i quali radicali ossigenati monoatomici sostituiscono l'atomo d'ossigeno eliminato, nello stesso modo che l'etile nell'acido propionico ed etilesolforico e il fenile nell'acido salicilico fanno le veci d'un atomo d'ossigeno dell'acido solforico e carbonico:



$$C_4H_5O \,.\, HO + [S_2O_4], O_2 = HO \,.\, C_4 \left\{\begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix}\right\} [S_2O_4], O$$

alcole — acido isetionico



$$C_{12}H_5O \,.\, HO + [C_2O_2], O_2 = HO \,.\, C_{12} \left\{\begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix}\right\} [C_2O_2], O$$

idrato di fenile — acido salicilico.

Coll'esposizione che abbiam fatta delle nostre ricerche, crediamo di aver dimostrato che l'acido salicilico non è un acido bibasico, ma che ha una costituzione analoga a quella dell'acido lattico acido monobasico. Dal che emerge spontanea la conseguenza che anche l'acido floretico che è omologo e molto simile all'acido salicilico, non è bibasico come opina Hlasiwetz (1), ma anch'esso monobasico. Quindi la sua composizione si può esprimere colla formula: $HO \,.\, C_{16} \left\{\begin{matrix} H_8 \\ HO_2 \end{matrix}\right\} [C_2O_2], O$. Lo stesso deve dirsi di due altri acidi di questa serie, i quali si troveranno descritti in seguito, e che noi chiamiamo *acido cresotico* e *acido timotico*. Entrambi si ottengono collo stesso metodo col quale abbiamo prodotto l'acido salicilico. Come si ha quest'ul-

(1) *Annalen der chemie* ec. CII, 145.

timo da idrato di fenile, sodio, e acido carbonico, così ottengonsi i detti acidi da idrato di cresile e da idrato di timile.

Noi conosciamo adunque presentemente quattro acidi omologhi appartenenti ad una serie di cui il primo termine è l'acido salicilico, e che hanno la composizione seguente:



$$HO\ .\ C_{14}H_5O_5 = HO\ .\ C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O \quad \text{acido salicilico}$$



$$HO\ .\ C_{16}H_7O_5 = HO\ .\ C_{14}\left\{\begin{matrix}H_6\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O \quad \text{» cresotico}$$



$$HO\ .\ C_{18}H_9O_5 = HO\ .\ C_{16}\left\{\begin{matrix}H_8\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O \quad \text{» floretico}$$

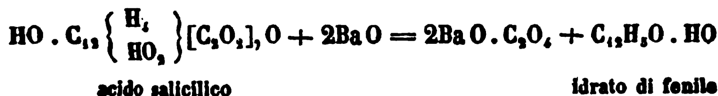


$$HO\ .\ C_{20}H_{11}O_5 = HO\ .\ C_{18}\left\{\begin{matrix}H_{10}\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O \quad \text{» sconosciuto}$$



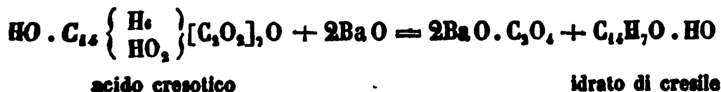
$$HO\ .\ C_{22}H_{13}O_5 = HO\ .\ C_{20}\left\{\begin{matrix}H_{12}\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O \quad \text{» timotico.}$$

Questi quattro acidi si rassomigliano pure in ciò che scaldandoli con della barite si scindono in acido carbonico ed in quattro composti anch'essi omologhi fra loro, formanti la serie della quale il primo termine è l'idrato di fenile:



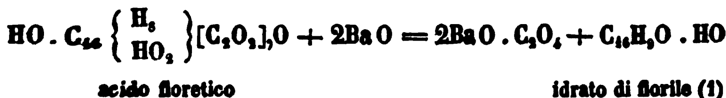
$$HO\ .\ C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O + 2BaO = 2BaO\ .\ C_2O_4 + C_{12}H_5O\ .\ HO$$

acido salicilico — idrato di fenile



$$HO\ .\ C_{14}\left\{\begin{matrix}H_6\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O + 2BaO = 2BaO\ .\ C_2O_4 + C_{14}H_7O\ .\ HO$$

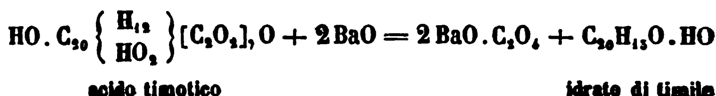
acido cresotico — idrato di cresile



$$HO\ .\ C_{16}\left\{\begin{matrix}H_8\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O + 2BaO = 2BaO\ .\ C_2O_4 + C_{16}H_9O\ .\ HO$$

acido floretico — idrato di florile (1)

(1) Descritto da Hlasiwetz (*Annalen der chemie*, ec. CII, 166), ma senza nome.



$$HO.C_{20}\left\{\begin{matrix}H_{12}\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_4],O + 2BaO = 2BaO.C_2O_4 + C_{20}H_{13}O.HO$$

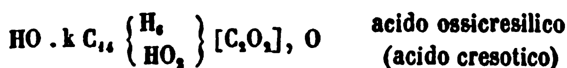
acido timotico — idrato di timile

Sulle prime eravamo propensi ad ammettere che in questo sdoppiamento la reazione proceda nello stesso modo con cui si effettua la trasformazione dell' acido benzoico in acido carbonico e benzina, e quindi per un certo tempo supponemmo che il fenolo più il composto idrogenato dell' ossifenile esistente nell' acido salicilico, cioè $C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}H$. Senza dubbio ammettendo questa ipotesi la suindicata formazione dell' acido salicilico si spiega nel modo il più semplice. Bisognerebbe allora ammettere che dal detto idruro d' ossifenile e dal sodio si generi prima ossifenile-sodio: $C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}Na$, e che questo si combini direttamente coll' acido carbonico formando ossifenilato di soda, nello stesso modo che da etile-sodio ed acido carbonico si produce propionato di soda.

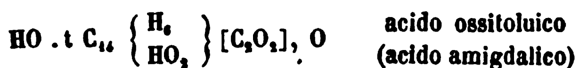
Ma dopo un più maturo esame abbiamo di nuovo rigettata questa maniera di considerare la composizione del fenolo e dei suoi omologhi, poichè esiste un certo numero di composti e di derivati del medesimo, i quali non si accordano bene con questa ipotesi, come p. e. la natura chimica degli acidi nitrofenilici e dell' acido fenilesolforico, non che la composizione del fosfato di fenile.

L' acido cresotico, di cui sopra, è isomero coll' acido amigdalico, coll' acido anisico e col salicilato di metile come pure coll' ossibenzoato di metile che è ancora sconosciuto. Esso ha coll' acido amigdalico, che si deve considerare come acido ossitoluico, lo stesso rapporto che ha l' acido salicilico coll' acido ossibenzoico. Quello contiene l' ossitoluile, e questo l' isomero ossicresile. L' acido anisico è quel derivato dell' acido benzoico (acido ossimetilebenzoico) che contiene un atomo di ossimetile al posto di un atomo d' idrogeno del radicale benzoile. L' acido isomero similmente costituito appartenente alla serie salilica, cioè l' acido ossimetilesalilico è ancora ignoto. Siffatti rapporti si possono esprimere in modo simbolico scrivendo le

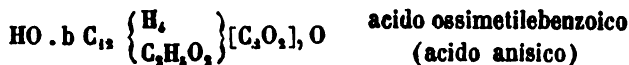
formule di questi cinque composti isomeri nel modo seguente:



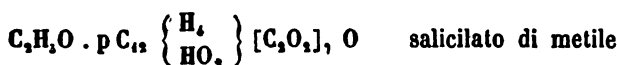
$HO . k\, C_{14} \left\{ \begin{matrix} H_6 \\ HO_2 \end{matrix} \right\} [C_2O_2], O$ acido ossicresilico (acido cresotico)



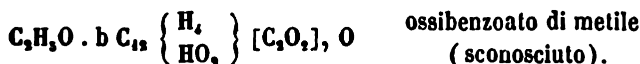
$HO . t\, C_{14} \left\{ \begin{matrix} H_6 \\ HO_2 \end{matrix} \right\} [C_2O_2], O$ acido ossitoluico (acido amigdalico)



$HO . b\, C_{12} \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ C_2H_3O_2 \end{matrix} \right\} [C_2O_2], O$ acido ossimetilebenzoico (acido anisico)



$C_2H_3O . p\, C_{12} \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix} \right\} [C_2O_2], O$ salicilato di metile



$C_2H_3O . b\, C_{12} \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix} \right\} [C_2O_2], O$ ossibenzoato di metile (sconosciuto).

L' isomeria del benzile e del fenile fa nascere talvolta il dubbio a quale di questi due radicali appartengano certe combinazioni, e il problema diventa anche più difficile per la proprietà che hanno i composti di benzile di trasformarsi spesso, specialmente sotto l' azione del calore, in combinazioni di fenile. Così, come abbiamo trovato, quando si fonde acido clorobenzoico con idrato di potassa si forma acido salicilico; parimente si forma, come è noto, acido salicilico quando si scalda benzoato di rame. Inoltre quando si scalda ossimetilebenzoato (anisato) di metile con barite caustica si forma una combinazione di fenile, l' ossido doppio di fenile e metile (*anisol*). Merita di essere osservato che finora non si ottenne la reazione inversa, la trasformazione dei composti di fenile in composti di benzile.

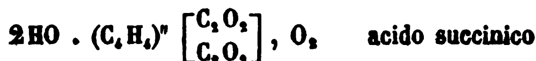
Le dette esperienze ci lasciano nel dubbio se la benzina (benzol) che si forma dall' acido benzoico sia da riguardarsi come il composto idrogenato del benzile o del fenile. Se la benzina è realmente idruro di benzile, a fianco allo stesso, esiste pure certamente un idruro di fenile isomero, il quale si dovrebbe ottenere dall' acido salilico scaldandolo colla barite. Sgraziatamente ci mancò la quantità d' acido salilico necessaria a questa ricerca.

Cade qui pure in acconcio l' osservare che il composto che assieme alla benzina si rinvenne nell' olio di catrame di carbon fossile, composto isomero, un po' meno volatile e incapace di cristallizzare detto parabenzina (parabenzol), non è forse che il vero idruro di fenile.

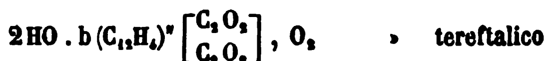
L' isomeria degli acidi benzoico e salilico trae seco altre conseguenze. Così possiamo prevedere che debba esistere un' aldeide dell' acido salilico isomera coll' essenza di mandorle amare, e parimente un' alcole di quest' acido isomero coll' alcole benzoico. Di più deve esistere un acido salicilesolforico isomero coll' acido benzosolforico, come pure una combinazione avente una composizione eguale a quella dell' acido ippurico, la quale combinazione si dee trovare nell' urina di chi abbia ingerito dell' acido salilico. Anche queste esperienze non si poterono fare per mancanza di materiale.

Si osservi ancora che forse anche gli acidi ftalico e tereftalico, intorno all' isomeria dei quali si espresse brevemente Hoffmann nel suo lavoro (1) sull' acido insolinico, avuto riguardo alla loro composizione stanno fra loro nello stesso rapporto che l' acido benzoico coll' acido salilico.

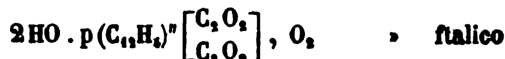
Se, come dobbiamo ammettere, hanno entrambi una costituzione eguale a quella dell' acido succinico, la loro differenza si spiega supponendo che l' uno contenga il benzile biatomico $b(C_{12}H_4)''$, e l' altro l' isomero e biatomico fenile $p(C_{12}H_4)''$ al posto dell' etilene biatomico dell' acido succinico:



$$2HO\ .\ (C_4H_4)''\begin{bmatrix}C_2O_2\\C_2O_2\end{bmatrix},\ O_2 \qquad \text{acido succinico}$$



$$2HO\ .\ b(C_{12}H_4)''\begin{bmatrix}C_2O_2\\C_2O_2\end{bmatrix},\ O_2 \qquad \text{» tereftalico}$$



$$2HO\ .\ p(C_{12}H_4)''\begin{bmatrix}C_2O_2\\C_2O_2\end{bmatrix},\ O_2 \qquad \text{» ftalico}$$

L' acido insolinico è forse il composto omologo coll' acido tereftalico avente un' eguale costituzione.

---

(1) *Annalen der chemie*, ec. XCVII, 209.

Passiamo adesso a dare una dettagliata descrizione delle osservazioni, di cui sopra abbiamo accennato in parte i risultati.

Acido clorosalilico.

Per ottenere l'acido clorosalilico abbiamo prima preparato il suo cloruro seguendo il metodo suggerito da Chiozza (1). Introducemmo in una storta tubulata 3 parti (2 equiv.) di pentacloruro di fosforo polverizzato che raffreddammo bene tenendo immerso il ventre della storta nell' acqua a 0°, e quindi vi aggiungemmo una parte (1 equiv.) d'acido salicilico polverizzato e secco. Le due sostanze si mescolarono bene scuotendo la massa o agitandola con una bacchetta di vetro ricurva all'estremità libera.

Si effettua immediatamente una viva reazione; il contenuto della storta, gonfia e diventa liquido, sviluppandosi una grande quantità d' acido cloridrico. Riscaldando in seguito la massa, questa distilla in gran parte sotto forma di un liquido scolorato. Il residuo gonfia in ultimo fortemente, e resta infine nella storta un carbone leggiero spugnoso. Rettificando il distillato, passa prima dell' ossicloruro di fosforo, quindi la temperatura di ebullizione sale piuttosto rapidamente a 260°. Appena il termometro segnò 240° venne mutato il recipiente. Allora la maggior parte del liquido superstite passa in distillazione fra 260° e 270°: soltanto verso il fine, la temperatura sale ancora fino a 300°. La porzione che distilla sopra 240° consta principalmente di cloruro d' acido clorosalicilico: $C_{12} \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ Cl \end{matrix} \right\} [C_2O_2]$, Cl; ma contiene ad un tempo del cloruro d' acido salicilico: $C_{12} \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix} \right\} [C_2O_2]$, Cl (come dimostra la formazione dell' acido salicilico nel trattamento coll' acqua), ed inoltre del tricloruro di clorosalile: $C_{12} \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ Cl \end{matrix} \right\} [C_2Cl_2]$, Cl.

Versando questo miscuglio nell' acqua e facendolo bollire a lungo, i due primi corpi vengono scomposti rispettivamente

(1) *Annal. de chim. et de Phy.* [3] XXXVI, 103.

in acido cloridrico ed in acido clorosalilico e clorosalicilico, i quali col raffreddamento del liquido separato dall'olio indisciolto riempiono il medesimo sotto forma di un magma cristallino bianco voluminoso. L'olio insolubile nell'acqua contiene sempre ancora tanto acido clorosalicilico che col raffreddamento si rappiglia in cristalli. Ma gli si può togliere per intiero quest'acido facendolo bollire ripetutamente con una soluzione acquosa di potassa.

Facendo cristallizzare più volte il detto miscuglio d'acidi ci è riuscito bensì di separare completamente l'acido clorosalilico dall'acido salicilico che è più facilmente solubile; ma queste operazioni portano seco tali perdite che pensammo ad un miglior metodo di preparazione del cloruro dell'acido clorosalilico.

Si ottiene una maggior quantità di cloruro d'acido clorosalilico se invece d'acido salicilico libero si mescoli il sale di soda del medesimo col pentacloruro di fosforo nel suindicato rapporto atomico, e dopo che ha cessato lo sviluppo dell'acido cloridrico si sottoponga il miscuglio alla distillazione, e si rettifichi il distillato come sopra. Ciò che passa allora a 240° non contiene che poco cloruro d'acido salicilico, ma vi si trova ancora del detto olio insolubile nell'acqua bollente e nella soluzione di potassa mescolato col tricloruro di clorosalile. Facendo cristallizzare una sola volta l'acido clorosalilico ottenuto facendo bollire il distillato con acqua, il medesimo è per lo più del tutto puro e scevro d'acido salicilico, del che ci possiamo persuadere col saggio del percloruro di ferro, il quale non colora l'acido clorosalilico. Un'ulteriore prova della sua purezza ci venne somministrata dall'analisi (1).

0,471 grammi diedero 0,922 gr. d'acido carbonico e 0,138 gr. d'acqua = 53,4 p. c. carbonio e 3,2 p. c. idrogeno.

1,090 grammi diedero 1,005 gr. di cloruro d'argento = 22,8 p. c. cloro:

(1) In questa come in tutte le analisi seguenti, la combustione della sostanza si eseguì coll'ossido di rame, ed in ultimo in una corrente di ossigeno.

	calcolato		trovato
C_{14}	84,0	53,6	53,4
H_5	5,0	3,2	3,2
Cl	35,5	22,6	22,8
O_4	32,0	20,6	
	156,5	100,0	

Limpricht ed Uslar hanno già dimostrato che l'acido clorosalilico ottenuto col metodo suindicato, e che fino allora era considerato come acido clorobenzoico, non è identico, ma soltanto isomero col vero acido clorobenzoico da essi preparato. Noi abbiamo ottenuto ancora quest'acido clorobenzoico col processo suggerito da Limpricht ed Uslar, e lo abbiamo comparato pure sotto altri punti di vista coll'acido isomero clorosalilico. Prima di tutto ci assicurammo coll'analisi che avevamo fra le mani una sostanza pura.

0,332 gr. diedero 0,652 gr. acido carbonico e 0,100 gr. acqua = 53,5 p. c. carbonio p. c. (calcolato 53,6 p. c.) e 3,3 p. c. idrogeno (calcolato 3,2).

L'acido clorobenzoico, come osservarono già Limpricht ed Uslar, si scioglie difficilmente nell'acqua fredda, e con un rapido raffreddamento della soluzione acquosa satura a caldo si separa sotto forma di una massa gialla cristallizzata confusamente. Non ci venne fatto di ottenerlo perfettamente scolorato nè col carbone animale, nè precipitandolo coll'acido cloridrico dalla soluzione acquosa del sale di potassa e facendolo più volte cristallizzare. L'acido clorobenzoico separatosi con un lento raffreddamento della soluzione acquosa calda forma dei piccoli cristalli corti, i quali al solo aspetto si distinguono assai bene da quelli dell'acido clorosalilico.

L'acido clorosalilico forma una massa fioccosa della bianchezza della neve che consta di lunghi e fini aghi d'uno splendore setaceo, ed ha come l'acido salicilico la proprietà di cristallizzare molto facilmente. Col percloruro di ferro non si colora come l'acido salicilico, ma forma invece, come l'acido clorobenzoico, un precipitato giallo. Entrambi questi acidi bolliti colla soluzione di potassa non cedono a questa il cloro, non essendo ordinariamente alterati dalla medesima: entrambi fusi

coll'idrato di potassa generano acido salicilico come dimostrò la reazione del ferro. L'acido clorobenzoico si comporta adunque sotto questo punto di vista come l'acido benzoico quando si riscalda il sale che esso forma col rame.

Abbiamo determinato accuratamente i punti di fusione di ambedue gli acidi in un tubicino capillare, e ripetute queste determinazioni col materiale di diverse preparazioni, poichè non concordano coi dati di Limpricht ed Uslar. Dalle nostre ricerche risulta che l'acido clorobenzoico fonde a 152° c. (secondo Limpricht ed Uslar a circa 140° c.), e che l'acido clorosalilico fonde a 140° c. (secondo Limpricht ed Uslar a circa 130° c.)

Valendoci di un metodo che descriveremo in seguito, comparammo il rapporto di solubilità dei due acidi, e trovammo che una parte d'acido clorosalilico richiede per sciogliersi 881 parti d'acqua a 0° c., e che invece l'acido clorobenzoico esige più del triplo cioè 2840 parti d'acqua alla stessa temperatura.

Finalmente si comportano ambedue in un modo diverso coll'amalgama di sodio. La soluzione acquosa calda dell'acido clorosalilico fatta bollire coll'amalgama di sodio cede facilmente il cloro, e dopo un tempo proporzionatamente corto l'intiera massa è trasformata completamente in acido salilico. Invece l'acido clorobenzoico nelle stesse condizioni viene intaccato dall'amalgama di sodio così difficilmente che non ci riuscì mai di ottenere un prodotto scevro di cloro (acido benzoico). In questo caso non si forma alcuna traccia d'acido salilico.

Abbiamo omesso di comparare fra loro i sali dell'acido clorobenzoico e clorosalilico, poichè sotto questo punto di vista Limpricht ed Uslar hanno già dimostrato la loro differenza.

Acido salilico.

Istituimmo diverse ricerche per ottenere quest'acido direttamente dall'acido salicilico col quale ha lo stesso rapporto che l'acido propionico coll'acido lattico. Questo però non ci riuscì nè col trattamento coll'acido iodidrico ad una temperatura elevata, nè scaldando con un miscuglio d'acido iodidrico

e di cloruro di stagno (per fissare l'iodio ed impedire che potesse entrare nell'acido), nè finalmente per mezzo dell'ioduro di fosforo (1). Però si ottiene facilmente quest'acido dall'acido clorosalilico, come soprà si è detto, sostituendo il cloro coll'idrogeno mediante l'amalgama di sodio.

A quest'oggetto si prese una sufficiente quantità di amalgama di sodio sul quale si versò una soluzione acquosa calda e quasi satura d'acido clorosalilico, ed ambedue si lasciarono reagire insieme per 12 a 24 ore mantenendo la temperatura fin quasi all'ebullizione dell'acqua. Il liquido fortemente alcalino e ricco di cloruro di sodio venne allora separato dal mercurio e trattato con acido cloridrico in leggiero eccesso. L'acido salilico che si precipita produce prima nel liquido un forte intorbidamento lattiginoso, ma in seguito si separa sotto forma di una massa fioccosa cristallina. Facendolo cristallizzare una volta da una soluzione acquosa calda si ottiene del tutto puro.

La sua combustione diede i numeri seguenti:

0,416 grammi somministrano 1,046 gr. acido carbonico e 0,184 gr. acqua corrispondenti a 68,6 p. c. carbonio e 4,9 p. c. idrogeno.

	calcolato		*ottenuto*
C_{14}	84	68,8	68,6
H_6	6	4,9	4,9
O_4	32	26,3	—
	122	100,0	

L'acido salilico si distingue già all'aspetto tanto dall'acido clorosalilico quanto dall'isomero acido benzoico. Raffred-

(1) Trovammo in seguito che quando si tratta con amalgama di sodio la soluzione acquosa d'acido salicilico, quest'ultimo subisce una trasformazione rimarchevole sotto diversi aspetti. Il prodotto principale sembra essere acido salilico. Ma in questa reazione si forma pure un acido dell'odore dell'acido valerianico, probabilmente l'acido enantilico che contiene lo stesso numero d'atomi di carbonio che l'acido salilico. In questo caso l'acido enantilico potrebbe essersi generato dall'acido salilico per essere entrati otto atomi d'idrogeno nella sua composizione. Ci occupiamo adesso tenendo dietro a questa osservazione, e speriamo di poter pubblicare fra poco i risultati ottenuti.

dando anche lentamente la sua soluzione acquosa, si separa sempre in aghi bianchi piccolissimi per lo più microscopici, i quali sotto il microscopio non offrono mai la forma dentata dell' acido benzoico, che cristallizza ordinariamente con molta maggior facilità ed in cristalli più belli. Esso è più volatile dell' acido benzoico e passa facilmente in distillazione coll' acqua. All' ordinaria temperatura è affatto inodoro, ma quando bolle coll' acqua, esala un odore che rammenta quello dell' acido benzoico. L' acido secco si può facilmente sublimare e le laminette sottili della massa sublimata sono iridescenti come quelle dell' acido benzoico. Si scioglie facilmente nell' alcole e nell' etere, ma specialmente in quest' ultimo.

Scaldandolo con acqua, quella porzione che non si è ancora sciolta quando l' acqua comincia a bollire, si fonde prima in un olio chiaro, il quale allora passa rapidamente in soluzione. La soluzione acquosa satura a caldo col raffreddamento diventa sempre lattiginosa facendosi chiara soltanto dopo un certo tempo quando l' acido si è riunito in fiocchi cristallini. Questa proprietà lo distingue tanto dall' acido benzoico quanto dal clorosalilico e dal salicilico. Il suo punto di fusione (119° c.) coincide quasi con quello dell' acido benzoico (121° c.)

Come l' acido clorobenzoico è molto meno solubile nell'acqua fredda che l' acido isomero clorosalilico, così pure l'acido benzoico richiede per sciogliersi una quantità molto maggiore d' acqua fredda che l' acido salilico. Una parte cioè d' acido benzoico esige 607 parti d' acqua a 0° c.: invece una parte d' acido salilico richiede soltanto 237 p. d' acqua alla stessa temperatura.

L' acido salilico col percloruro di ferro non si colora neppur esso in violaceo come l' acido clorosalilico: con questo reattivo tende piuttosto a formare un precipitato giallo che somiglia molto a quello del benzoato di ferro.

Preparammo varii sali d' acido salilico e trovammo che nell' insieme differiscono dai sali omonimi dell' acido benzoico. I medesimi sono anche più facilmente solubili nell' acqua che quelli dell' acido benzoico.

Il salilato di barite ottenuto sciogliendo l'acido salilico nell' acqua di barite, e precipitando l' eccesso di barite con acido

carbonico, quando si abbandona all' evaporazione spontanea una soluzione di questo sale che sia stata prima molto concentrata, si deposita in cristalli mamellonari duri aggruppati insieme simili a quelli del salicilato di barite. Il sale disseccato all' aria posto su dell' acido solforico in un essiccatore a bagno maria perde rapidamente 8,6 p. c. e perciò due atomi d' acqua di cristallizzazione (calcolato 8,7), ed allora è anidro.

0,651 grammi del sale disidrato diedero, precipitando la soluzione acquosa con acido solforico, grammi 0,398 di solfato di barite = 40,1 p. c. d' ossido di bario. La formula $BaO . C_{14}H_5O_5$ richiede 40,4 p. c.

Il *benzoato di barite* preparato allo stesso modo, è molto meno solubile nell' acqua e con una mediocre concentrazione della soluzione acquosa si separa già alla superficie del liquido, durante l' ebullizione, sotto forma di sottili croste cristalline: col raffreddamento il sale cristallizza in piccole pagliette perlacee. Colla semplice evaporazione all' aria cade in efflorescenza, e perde facilmente la sua acqua di cristallizzazione (2 atomi) quando si pone sull' acido solforico in un essiccatore, o quando si scalda a 100°. In allora il sale è anidro. Dei cristalli che avevano subito una rapida essiccazione all' aria, ma che all' aspetto erano già diventati un poco efflorescenti portati a 100° diedero soltanto 7,5 d' acqua, invece di 8,7 p. c. che rappresenta il suo peso totale.

Grammi 1,302 del sale diacquificato diedero gr. 0,795 di solfato di barite che corrisponde al 40,0 p. c. La quantità calcolata ascende a 40,4 p. c.

Il *salilato di calce* ottenuto come il sale baritico offre come questo una cristallizzazione mamellonare, ed anch' esso è più solubile nell' acqua che non il benzoato di calce. Il sale diacquificato in un essiccatore sopra acido solforico perde a 100° c. 3 atomi d' acqua.

Grammi 418 del composto essiccato a 100° e precipitato con ossalato d' ammoniaca somministrarono 0,146 gr. di carbonato di calce corrispondente a 19,5 p. c. d' ossido di calcio. La formula $CaO . C_{14}H_5O_5$ esige 19,9 p. c. di calce.

Il *benzoato di calce* si separa col raffreddamento della soluzione acquosa bollente in magnifici aghi vellutati della lun-

ghezza di un pollice: esso contiene parimente 3 atomi d' acqua di cristallizzazione che a 100° si separano.

0,806 grammi del sale disseccato fornirono 0,286 gram. di carbonato di calce, che corrispondono a 19,9 p. c. di calce (secondo il calcolo 19,9).

Il *salilato di zinco* ottenuto facendo bollire con acido salilico acquoso del carbonato di zinco precipitato di recente, si scioglie facilmente nell' acqua. Con una lenta evaporazione cristallizza offrendo sotto il microscopio una forma stellata come la neve. Se si cerca di concentrare coll' ebollizione la soluzione salina, si deposita al fondo del vaso una massa bianca amorfa che è forse un sale basico. L' acido benzoico acquoso quando si fa bollire con del carbonato di zinco precipitato di recente, forma una massa spessa gelatinosa che è probabilmente un sale basico. Il liquido filtrato non contiene che una piccola quantità di un composto che cristallizza confusamente.

Salilato d' argento. Facendo bollire acido salilico acquoso con un eccesso di carbonato d' argento, filtrando la soluzione ancora calda, ed evaporandola nel vuoto su dell' acido solforico fuori del contatto della luce, si separa durante l' evaporazione un sale in pagliette cristalline bianche poco distinte. La determinazione dell' argento invece della quantità di metallo corrispondente alla composizione del salilato neutro, cioè invece di 47,1 d' argento diede soltanto 32,3 p. c. Infatti grammi 0,246 del sale d' argento fornirono 0,106 gr. di cloruro d' argento.

Venne eseguita la combustione dello stesso composto proveniente da un' altra preparazione: 0,375 gr. dello stesso, diedero 0,625 gr. acido carbonico e 0,095 gr. acqua. Le quali quantità corrispondono a 45,5 p. c. di carbonio e 2,8 p. c. di idrogeno. Il sale neutro contiene solamente 36,7 p. c. di carbonio e 2,2 p. c. d' idrogeno.

I numeri ottenuti non corrispondono è vero esattamente ma tuttavia in qualche modo s' avvicinano alla composizione d' un salilato d' argento monoacido, specialmente se ammettasi che il medesimo fosse ancor mescolato con una piccola quantità del composto neutro. 100 parti di sale neutro e di sale acido contengono:

Il sale neutro	*Il sale acido*	*ottenuto*
$AgO . C_{14}H_5O_3$	$AgO . C_{14}H_5O_3 + HO . C_{14}H_5O_3$	
Carbonio 36,7	47,8	45,5
Idrogeno 2,2	3,1	2,8
Argento 47,1	30,8	32,3 .

Probabilmente il sale neutro che si forma al principio quando si scioglie il carbonato d'argento nell'acido salilico si scompone durante l'ebullizione in sale acido ed in sale basico dei quali il primo rimane in soluzione assieme ad una piccola porzione di sale neutro. Noi non ci occupammo più oltre di questo soggetto: bastava al nostro scopo l'avere acquistata la certezza che il salilato d'argento si comporta in un modo diverso dal benzoato.

Il *benzoato d'argento* preparato facendo bollire acido benzoico con un eccesso di carbonato d'argento in sospensione nell'acqua si separa dalla soluzione calda filtrata in aghi scolorati.

0,585 grammi di questo sale essiccato nel vuoto sull'acido solforico, precipitato dalla soluzione acquosa con acido cloridrico, diede gr. 0,366 di cloruro d'argento. Questa quantità corrisponde a 47,0 p. c. d'argento. Il benzoato d'argento contiene adunque 47,1 p. c. di questo metallo.

Determinazione della solubilità dei sopradetti acidi nell'acqua.

Di quanto maggiore importanza è la conoscenza dei rapporti di solubilità dell'acido benzoico e salilico da una parte, e dell'acido clorobenzoico e clorosalilico dall'altra nello stabilire la differenza chimica fra queste due coppie d'acidi, tanto maggior cura ponemmo noi nel determinare esattamente siffatti rapporti. Queste determinazioni si eseguirono nel modo seguente. Gli acidi chimicamente puri vennero sciolti ogni volta in tanta acqua bollente che col raffreddamento a 0° non se ne separasse allo stato cristallino che una piccola quantità. La soluzione acida contenuta in un pallone, dopo il raffreddamento s'immerse profondamente in un vaso in cui si trovava un miscuglio d'acqua e di neve, e assieme a questo si pose in una

cassa piena di neve dove si lasciò in riposo per 18 ore, in modo che la sua temperatura discendesse esattamente a 0°. In allora il liquido raffreddato venne filtrato più rapidamente che fosse possibile attraverso di un filtro a pieghe disseccato onde separarne i cristalli che si erano formati: subito dopo si prese un volume determinato di questo filtrato che si titolò con esattezza fino a neutralità per mezzo di una soluzione normale di soda contenente 31 grammi d'ossido di sodio per 1000 gr. d'acqua.

I dati surriferiti intorno alla solubilità di questi acidi nell'acqua sono calcolati dai seguenti numeri ottenuti con questo metodo.

Acido benzoico: 200 centimetri cubici della soluzione satura a 0° richiesero per la loro neutralizzazione 2,7 c. c. di lissivia di soda; dal che si deduce che 1 p. d'acido benzoico è disciolta da 607 p. d'acqua a 0°.

Acido salilico: 200 c. c. della soluzione satura a 0° richiesero per la neutralizzazione 6,9 c. c. della stessa lissivia; il che corrisponde alla solubilità di 1 p. d'acido salilico in 237 p. d'acqua a 0°.

Acido clorobenzoico: 600 c. c. di soluzione satura a 0° vennero neutralizzati da 1,35 c. c. del liquido alcalino normale. Quindi 1 p. d'acido clorobenzoico abbisogna per sciogliersi di 2840 p. d'acqua a 0°.

Acido clorosalilico: 400 c. c. di soluzione satura a 0° neutralizzarono esattamente 2,9 c. c. del liquido normale alcalino; per cui 1 p. di quest'acido richiede 881 p. d'acqua a 0°.

Acido salicilico: 300 c. c. di soluzione satura a 0° furono neutralizzati da 2,0 c. c. di lissivia alcalina: quindi per sciogliere 1 p. d'acido salicilico si esigono 1087 p. d'acqua a 0°.

La maggior parte di queste determinazioni furono ripetute con eguali risultati. Nello stesso modo meritava pure di essere esaminata la solubilità dell'acido ossibenzoico, il quale partendo dall'analogia degli acidi benzoico e clorobenzoico cogli acidi salilico e clorosalilico era da aspettarsi che fosse ancor meno solubile che l'acido salicilico: esso infatti per sciogliersi richiese 3000 p. d'acqua a 0°].

Tricloruro di clorosalile.

Abbiamo indicato con questo nome il corpo oleaginoso che rimane indisciolto nel trattamento del cloruro d'acido clorosalilico (ved. pag. 323) greggio coll'acqua bollente e colla soluzione di potassa. Fatto bollire ripetutamente con soluzione di potassa e lavato con acqua forma esso un liquido pesante di un giallo chiaro, il quale dopo essere stato essiccato su cloruro di calcio distilla senza colore. Questo distillato dopo qualche tempo si rapprende in una massa di bei cristalli, e quando si rettifica indica un punto di ebullizione costante di 260° c. La sua analisi somministrò i seguenti numeri:

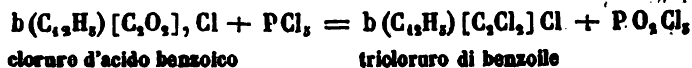
0,264 grammi bruciati in una navicella di platino diedero gr. 0,351 di acido carbonico e 0,520 gr. d'acqua; il che corrisponde a 36,3 p. c. di carbonio, e 2,1 p. c. d'idrogeno.

0,514 grammi bruciati in un tubo a combustione su della calce caustica diedero 1,300 gr. di cloruro d'argento = 62,5 p. c. di cloro.

Da ciò si deduce la composizione: $C_{14}H_4Cl_4$:

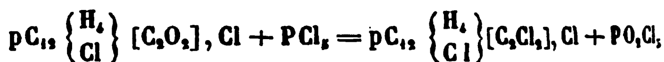
	calcolato		*ottenuto*
C_{14}	84	36	36,2
H_4	4	1,8	2,1
Cl	142	61,7	62,5
	230	100,0	100,8

Il composto adunque si può considerare come tricloruro del radicale salile clorurato: $C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\Cl\end{matrix}\right\}[C_2Cl_2], Cl$; il quale avuto riguardo sia alla sua composizione sia al modo di sua formazione si rannoda col tricloruro di benzoile: $b(C_{12}H_5)[C_2Cl_2],Cl$. Come quest'ultimo si produce dal cloruro d'acido benzoico per un'azione prolungata del percloruro di fosforo, così il primo è da considerarsi come il derivato dello stesso nome del cloruro d'acido clorosalilico formatosi nelle stesse condizioni:



$$b(C_{12}H_5)[C_2O_2], Cl + PCl_5 = b(C_{12}H_5)[C_2Cl_2]Cl + PO_2Cl_3$$

cloruro d'acido benzoico — tricloruro di benzoile



$$pC_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\ Cl\end{matrix}\right\}[C_2O_2], Cl + PCl_5 = pC_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\ Cl\end{matrix}\right\}[C_2Cl_2], Cl + PO_2Cl_3$$

cloruro d'acido clorosalilico **tricloruro di clorosalile**

Il tricloruro di clorosalile ha un odore leggiero non ingrato ed un sapore che è prima scipito e quindi bruciante. Il suo peso specifico allo stato liquido è di 1,51. Esso possiede una singolare tendenza a cristallizzare. Mantenendo difeso questo corpo liquido dall' umidità dell' aria, si separano da esso alla temperatura ordinaria più o meno rapidamente, sopratutto quando viene in contatto con un corpo solido angoloso, dei grossi cristalli regolari, i quali appartengono al sistema rombico, e dopo un certo tempo si rappiglia tutto quanto in una massa cristallina. Il composto solido si fonde a 30° c. Bolle alla temperatura costante di 260° c. e si può distillare senza che si scomponga. Scaldato a lungo con dell' acqua a 150° c. in un tubo ermeticamente chiuso, si trasforma in acido cloridrico e acido clorosalilico il quale con un lento raffreddamento riempie il liquido acquoso sotto forma di lunghi aghi.

Nel decorso delle nostre ricerche abbiamo fatte inoltre alcune speciali osservazioni, le quali in parte sono così importanti che meritano di essere coltivate, e che perciò passiamo ad esporre brevemente.

Se s' introduce in una storta del salicilato di soda perfettamente secco con dell' ossicloruro di fosforo in eccesso, ha luogo immediatamente una viva reazione sviluppandosi acido cloridrico in abbondanza. Quando in seguito si scalda, passa prima in distillazione l' eccesso di ossicloruro. Più tardi ad una temperatura molto elevata distilla un liquido scuro vischioso d' apparenza siropposa che fuma all' aria, dal quale coll' esposizione all' aria, si separano dei bei cristalli in forma di tavole che sono privi di cloro, insolubili nell' acqua, nell' alcole, e negli alcali, nel mentre sono sciolti facilmente dall' etere. L' acqua madre esala un distinto odore d' idrato di fenile. Coll' evaporazione della soluzione eterea rimane la sostanza sotto for-

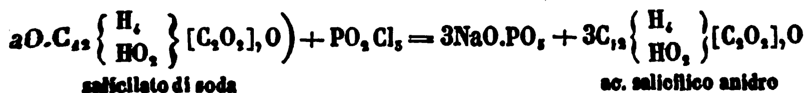
ma di una massa cristallina lanuginosa bianca. La sua analisi diede i numeri seguenti:

0,115 gr. somministrarono 0,337 gr. acido carbonico e 0,045 gr. acqua; il che corrisponde a 79,6 p. c. di carbonio e 4,3 p. c. idrogeno. Se ne deduce quindi la composizione seguente:

		calcolato	*ottenuto*
C_{26}	156	79,6	79,6
H_8	8	4,1	4,3
O_4	32	16,3	—

Questo corpo si può adunque considerare come una combinazione d'ossido di fenile con un acido, il quale si distingue dall'acido salicilico nel contenere due atomi d'idrogeno e di ossigeno di meno, e che noi chiamiamo acido *lasilico*. Questo lasilato d'ossido di fenile, $C_{12}H_5O \, . \, (C_{12}H_3) \, [C_2O_2], O$ si collega intimamente coll'acido salicilico anidro e col composto chiamato da Gerhardt *salicilide* da esso ottenuti facendo agire l'ossicloruro di fosforo sul salicilato di soda, ed i quali dopo aver scacciato l'eccesso d'ossicloruro di fosforo rimangono mescolati col cloruro di sodio nella storta sotto forma di una massa molle vischiosa.

Il salicilide $C_{14}H_4O_4$, (ved. pag. 300), generatosi dall'acido salicilico anidro per l'eliminazione degli elementi di 2 atomi d'acqua non è altro probabilmente che una combinazione d'acido salicilico anidro col detto acido lasilico anidro, il quale composto doppio si scinde allora, come abbiamo constatato, in acido carbonico e lasilato di fenile:



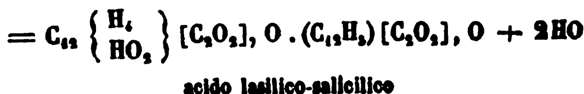
$$3NaO.C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O\Big) + PO_2Cl_3 = 3NaO.PO_5 + 3C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O$$

salicilato di soda — ac. salicilico anidro



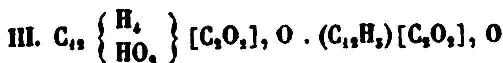
$$\text{II.}\ C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O\,.\,C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O$$

acido salicilico anidro



$$= C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2],O\,.\,(C_{12}H_3)[C_2O_2],O + 2HO$$

acido lasilico-salicilico



$$\text{III. } C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2], O \,.\, (C_{12}H_5)[C_2O_2], O$$

acido lasilico-salicilico



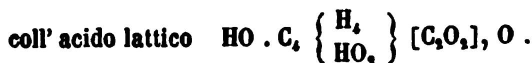
$$= C_{12}H_5O \,.\, (C_{12}H_5)[C_2O_2], O + C_2O_4$$

lasilato d' ossido di fenile.

L' acido lasilico, il quale formerà soggetto d' una prossima ricerca sta coll' acido salicilico nello stesso rapporto che

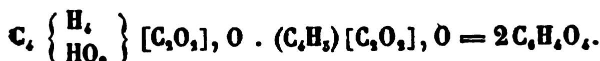


l' acido acrilico : $HO \,.\, (C_4H_3)[C_2O_2], O$



coll' acido lattico $HO \,.\, C_4\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2], O$.

Probabilmente anche la lattide $C_6H_4O_4$ che si forma scaldando l' acido lattico anidro, non è altro che una combinazione doppia d' acido acrilico e d' acido lattico:



$$C_4\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2O_2], O \,.\, (C_4H_3)[C_2O_2], O = 2\,C_6H_4O_4.$$

Il sig. Claus sta appunto occupandosi di siffatta questione in questo Laboratorio.

A pag. 316 si è osservato che versando a gocce della tintura d' iodio nella soluzione acquosa fredda di bario salicilato di barite finchè non scomparisce più il color giallo dell' *iodio*, si ottiene un miscuglio di acido salicilico e diversi acidi iodosalicilici, combinati in gran parte colla barite, i quali si precipitano quando si aggiunge alla soluzione dell' acido cloridrico. Da questo precipitato per mezzo di ripetuti trattamenti con acqua bollente e successive cristallizzazioni non ci venne fatto di ottenere un prodotto puro. Il liquido proveniente dal primo trattamento è ricco specialmente d' acido salicilico, i successivi contengono più acido mono e biiodosalicilico, e ciò che rimane indisciolto consta in gran parte d' acido triiodosalicilico. Gli acidi iodosalicilici si distinguono in generale per la loro poca

solubilità, la quale va aumentando colla quantità d' iodio in modo che l' acido triiodosalicilico è pressochè insolubile nell' acqua bollente.

Qui sotto si trovano indicate le quantità di carbonio e di idrogeno rinvenute in 100 parti delle diverse porzioni di detto miscuglio acido:

carbonio	*idrogeno*
57,7	4,2
53,1	3,8
27,5	1,9
27,1	1,8
25,8	—
24,7	1,5
14,6	0,7

Ora l' acido salicilico	contiene. . .	60,9	p. c.	C e	4,3	p. c.	H
l'acido mono iodosalicilico	» . . .	31,4	»	»	1,9	»	
l' acido biiodosalicilico	» . . .	21,5	»	»	1,0	»	
l' acido triiodosalicilico	» . . .	16,2	»	»	0,5	»	

Questi numeri ci dimostrano adunque che dal miscuglio dei diversi acidi iodosalicilici non ci riuscì di ottenere un composto puro.

Abbiamo fatto inoltre la seguente osservazione intorno al modo di comportarsi dell' iodio coll' acido salicilico. Nel mentre l' iodio alla temperatura ordinaria non esercita alcuna azione sull' acido salicilico acquoso non che sulla soluzione del salicilato di barite, questi corpi reagiscono quando si fanno bollire insieme, ed in allora si formano dei prodotti non ancora analizzati, i quali esalano un odore che rassomiglia molto a quello degli acidi clorofenilici e contengono probabilmente degli acidi iodofenilici.

Quando si fonde in un pallone un miscuglio intimo di 1 equivalente d' acido salicilico secco con 2 equiv. d' iodio, e si tratta in seguito con una soluzione acquosa di potassa la massa fusa colorata in nero dall' iodio, si ottiene nel liquido un miscuglio di diversi acidi iodosalicilici, e resta per residuo un

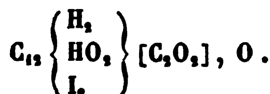
corpo rosso amorfo che ha l' aspetto del fosforo rosso, che è insolubile in acqua, alcole, etere, ammoniaca, alcali, acidi, che non è neppure alterato dall'acido solforico fumante, ma che si scioglie facilmente nel solfuro di carbonio al quale comunica un magnifico color rosso. Coll'evaporazione del liquido filtrato si separa di bel nuovo inalterato. L' analisi di questo composto previamente essiccato a 100° diede i numeri seguenti:

0,515 grammi somministrarono 0,409 gr. acido carbonico e 0,035 acqua.

0,485 gr. di questo corpo decomposto in un tubo a combustione facendolo arroventare con della calce caustica diedero 0,600 gr. d' ioduro d' argento. Da ciò si deduce la seguente composizione :

	calcolato		*ottenuto*
C_{14}	84	22,0	21,6
H_3	3	0,78	0,78
I_2	254	66,6	66,8
O_5	40	10,6	——
	381	100,0	

Questo corpo rosso ha quindi la composizione dell' acido salicilico anidro biiodurato:



$$C_{12}\left\{\begin{matrix} H_2 \\ HO_2 \\ I_2 \end{matrix}\right\}[C_2O_2]\,,\ O\,.$$

Giova osservare che in detta fusione di iodio con acido salicilico non si rende libero acido iodidrico. L' uno di noi si propone di esaminare ulteriormente questi rapporti e specialmente il corpo rosso di cui sopra.

Formazione dell' acido salicilico da idrato di fenile.

In una Nota stata inserita in questi Annali (V. T. CXIII, 126) abbiamo annunziato che quando si scioglie del sodio nell' idrato di fenile sotto una corrente d' acido carbonico, l' idrato si trasforma in parte in acido salicilico. Passiamo ora a dare una descrizione più dettagliata del processo che venne da noi adot-

tato all' oggetto di ottenere la maggior quantità possibile di prodotto, esponendo ad un tempo le osservazioni da noi fatte in proposito.

Se si fa passare una corrente continua d' acido carbonico nell' idrato di fenile puro scaldato dolcemente e adoperato in tale quantità che occupi in un matraccio tutt' al più un pollice d' altezza, e si gettano nel liquido dei pezzettini di sodio, quest' ultimo si scioglie con vivo sviluppo d' idrogeno, sprigionandosi ad un tempo del calore che fa evaporare una parte dell' idrato di fenile. Quando la reazione è arrivata ad un certo punto, il liquido s' intorbida con formazione istantanea d' un precipitato cristallino, e s' inspessisce in modo che il sodio non vi si scioglie più che molto difficilmente. In allora scaldando continuamente la massa con una piccola fiamma ad alcole, bisogna agitarla senza interruzione, avendo cura sopratutto di aggiungere solo tanto sodio che quando il liquido si condensa sia piccola la quantità del metallo rimasta indisciolta. Conducendo bene l' operazione si finisce con ottenere una densa pasta della bianchezza della neve formata di salicilato di soda, di fenilecarbonato di soda, e di un po' d' idrato di fenile indecomposto.

Si tratta la massa con acqua e quindi con tanto acido cloridrico che il liquido acquisti una manifesta reazione acida. Sotto l' azione di quest' acido il fenilecarbonato di soda viene scomposto in acido carbonico che si sviluppa ed in idrato di fenile in cui rimane sciolta la più gran parte dell' acido salicilico separatosi anch' esso dal sale di soda per l' azione dell' acido cloridrico. Per estrarne l' acido salicilico ed eliminare da quest' ultimo nel miglior modo possibile l' idrato di fenile, agitammo il tutto ripetutamente con una soluzione acquosa satura di carbonato d' ammoniaca in eccesso, il liquido acquoso che aveva una reazione alcalina venne separato meglio che si potè dall' idrato di fenile, e concentrato in seguito coll' ebullizione. In questo modo si evapora tutto l' idrato di fenile che ancora vi si trova, il quale d' altronde non si scioglie nel carbonato d' ammoniaca che in quantità assai piccola.

Tostochè il liquido per effetto di una ebullizione continuata comincia ad acquistare una leggiera reazione acida, si filtra

per separarlo da una piccola porzione di resina scura che si è formata, e si tratta con acido cloridrico, il quale produce un abbondante precipitato d'acido salicilico che è ancora un poco colorato. Si separa quest'ultimo dal liquido freddo per mezzo della filtrazione, si lava con acqua raffreddata a 0°, e si scioglie di nuovo nell'acqua calda dopo avervi aggiunta una piccola quantità di carbone animale. In allora dal liquido filtrato si separa col raffreddamento l'acido allo stato di purezza.

Esso possiede tutte le proprietà dell'acido salicilico: scaldandolo con circospezione si volatilizza senza scomporsi, col percloruro di ferro acquista l'intensa colorazione violacea di quest'acido, fonde a 159° c., si solidifica di bel nuovo a 157° c., e scaldato con barite caustica produce idrato di fenile.

0,400 grammi bruciati con ossido di rame ed in ultimo in una corrente d'ossigeno diedero 0,895 gr. acido carbonico e 0,160 gr. acqua. Questi pesi corrispondono a 61,0 p. c. di carbonio e 4,4 p. c. d'idrogeno. L'acido salicilico idrato contiene 60,9 p. c. di carbonio e 4,3 p. c. d'idrogeno.

L'acido salicilico si forma pure facendo passare una corrente di acido carbonico in una soluzione limpida e calda di ossido fenile-sodico (preparato sciogliendo del sodio nell'idrato di fenile) nell'idrato di fenile. In queste condizioni però la quantità d'acido salicilico che si produce è assai minore di quella che si ottiene col procedimento or ora descritto. Se i dati che pubblicammo nel Vol. CXIII, 126 di questi Annali si trovano in contradizione con quelli che riportiamo al presente ciò dipende da un errore proveniente dalla troppo scarsa quantità di sostanza stata allora adoperata.

Acido cresotico.

Trattando con sodio ed acido carbonico dell'idrato di cresile che bolla ad una temperatura di 203° c. come si è fatto precedentemente a riguardo dell'idrato di fenile, si manifestano gli stessi fenomeni. Il prodotto solido è un miscuglio di cresilecarbonato di soda e di cresotato di soda dal quale si ottiene facilmente l'acido cresotico puro seguendo il processo suindicato.

Abbandonando ad un lento raffreddamento la soluzione acquosa bollente, quest'acido cristallizza in bei prismi grossi i

li in generale son più regolari di quelli dell'acido salicilico: ıbra che si sciolga nell'acqua fredda più difficilmente che ıest'ultimo; è facilmente solubile nell'alcole e nell'etere, e dà col percloruro di ferro la stessa colorazione violacea intensa che l'acido salicilico. Scaldato colla barite caustica si scinde in acido carbonico ed in idrato di cresile.

0,272 gram. di sostanza disseccata a 100° diedero 0,630 gr. acido carbonico e 0,133 gr. acqua; dal che si deduce la seguente composizione centesimale:

	calcolato		*ottenuto*
C_{16}	96	63,1	63,1
H_8	8	5,3	5,4
O_6	48	31,6	—

Abbiamo già detto (V. pag. 318 e 319) in qual modo consideriamo la composizione dell'acido cresotico:



$$HO \cdot C_{14} \left\{ \begin{matrix} H_6 \\ HO_2 \end{matrix} \right\} [C_2O_2], \ O$$

e la sua formazione dall'idrato di cresile.

L'acido cresotico, come risulta da ripetute esperienze eseguite con molta cura, fonde a 153° c. e perciò ad una temperatura di 6° c. più bassa che l'acido salicilico, e si solidifica di bel nuovo a 144° c. Un miscuglio d'acido cresotico e salicilico, il quale era stato ottenuto trattando con sodio ed acido carbonico dell'idrato di fenile impuro (che cioè conteneva ancora dell'idrato di cresile) e la cui analisi ci somministrò 62,4 p. c. di carbonio e 4,8 d'idrogeno, ci mostrò un punto di fusione che era solo di 139° c. Un miscuglio analogo ottenuto fondendo insieme 1 parte d'acido cresotico e 4 parti d'acido salicilico si fuse a 145° c. Si verifica adunque anche in questo caso, come quando si tratta degli acidi grassi, che un miscuglio d'acido salicilico e cresotico ha un punto di fusione più basso che ciascuno dei due componenti presi isolatamente. Ma questi due acidi differiscono dagli acidi grassi in questo che il loro punto di fusione invece di crescere, diminuisce colla quan-

tità di carbonio. Anzi il composto omologo che passiamo adesso a descrivere cioè l'acido timotico il quale contiene 22 atomi di carbonio fonde ad una temperatura molto più bassa vale a dire a 120° c.

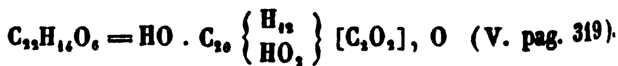
Acido timotico.

Quando si tratta con sodio ed acido carbonico dell'idrato di timile puro che bolla a 230° seguendo il procedimento indicato per la preparazione dell'acido salicilico dall'idrato di fenile, si forma una massa vischiosa di un color bruno-giallo che è una miscela di timilecarbonato e di timolato di soda. Scomponendo questo miscuglio con acido cloridrico allungato, agitando con un eccesso di carbonato d'ammoniaca, e facendo bollire la soluzione salina acquosa separata dall'idrato di timile, finchè si manifesti una debole reazione acida, si ottiene una soluzione piuttosto chiara di timotato d'ammoniaca, la quale dopo la filtrazione trattata con acido cloridrico diventa prima fortemente lattiginosa, lasciando deporre in seguito dei fiocchi bianchi d'acido timotico. Esso però è reso impuro quasi sempre da una piccola quantità di resina colorata dalla quale non si può separare del tutto col mezzo della cristallizzazione per essere quest'acido assai poco solubile nell'acqua. Tuttavia la sua volatilità ci permette di depurarlo distillandolo coll'acqua. Passa allora coi vapori acquosi condensandosi in parte nel tubo refrigerante e in parte nel recipiente sotto forma di cristalli della bianchezza della neve. Gettato in seguito sopra un filtro e spremuto fra carta bibula, e disseccato a bagnomaria costituisce una massa molto soffice formata di cristalli assai piccoli di uno splendore setaceo. La loro analisi diede i seguenti numeri:

0,1965 gr. somministrarono 0,490 gr. acido carbonico e 0,129 gr. acqua = 68,0 p. c. carbonio e 7,3 p. c. idrogeno.

0,273 gr. diedero 0,680 gr. acido carbonico e 0,180 gr. acqua = 67,9 p. c. di carbonio e 7,3 p. c. d'idrogeno.

Questi numeri conducono alla formula:



$$C_{22}H_{14}O_6 = HO \cdot C_{20}\left\{\begin{matrix} H_{12} \\ HO_2 \end{matrix}\right\}[C_2O_2],\ O$$ (V. pag. 319).

	calcolato		*ottenuto*	
C_{22}	132	68,0	68,0	67,9
H_{14}	14	7,2	7,3	7,3
O_6	48	24,8	—	—
	194	100,0		

L'acido timotico è quasi intieramente insolubile nell'acqua fredda, ed assai poco solubile nell'acqua bollente. La parte disciolta cristallizza con un rapido raffreddamento in aghi bianchi assai piccoli e con un lento raffreddamento in aghi finissimi assai lunghi. Fonde a 120° c. e solidificandosi subisce una dilatazione. Quando si fa bollire con acqua, spande dei vapori piccanti. Se si versa sul medesimo del percloruro di ferro allungato e si lascia il miscuglio per qualche tempo in un luogo caldo, il liquido a poco a poco va acquistando un bel colore azzurro. La soluzione acquosa neutra del sale d'ammoniaca trattata col percloruro di ferro si colora immediatamente in azzurro carico.

L'acido timotico si può facilmente sublimare senza che si scomponga: scaldato con barite caustica si scinde in acido carbonico e idrato di timile:

Quando si mescola con acetato di piombo la soluzione acquosa del sale ammoniacale neutro, si separa del timotato di piombo sotto forma di un precipitato fioccoso amorfo che occupa un gran volume. Il sale di rame preparato nello stesso modo precipita con un colore giallo-sporco; ed il sale d'argento sotto forma di una massa caseosa.

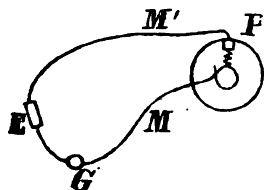
Il timotato di barite ottenuto sciogliendo l'acido nella soluzione calda di barite, e precipitando in seguito l'eccesso di barite con acido carbonico, cristallizza coll'evaporazione del liquido filtrato in belle tavole grandi. Così pure quando si mescolano delle soluzioni mediocremente concentrate di timotato d'ammoniaca e di cloruro di bario, dopo qualche tempo il detto sale cristallizza in pagliette sottili.



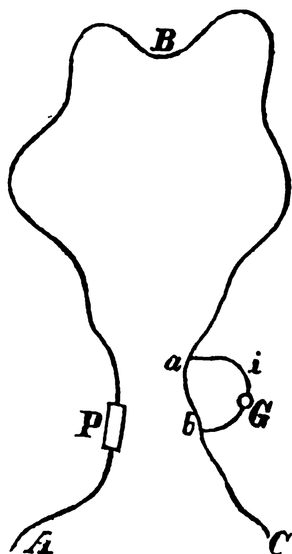
SULLA PROPAGAZIONE DELLE CORRENTI NEI FILI TELEGRAFICI; GUILLEMIN.

Fino dal tempo in cui colla scoperta della bottiglia di Leyda, s' incominciò a provare e a comprendere i portentosi effetti dell' elettricità, si riconobbe esser grandissima la velocità con cui si propaga. Quando per dimostrare uno de' fenomeni, allora più mirabili e più appariscenti che essa era suscettibile di produrre, si formava di molti individui una catena, di cui una delle estremità si faceva comunicare coll' armatura esterna della bottiglia, l' altra coll' interna, si vide con sorpresa che per quanto lunghe e numerose si fossero queste catene, non ostante la scossa sembrava fosse sentita da tutti nel medesimo istante, donde non si esitò a dedurre in generale, che l' elettricità coi suoi effetti si comunicava ai due estremi di un conduttore comunque lungo, senza intervallo di tempo apprezzabile. Allorchè poi in tempi a noi più prossimi, si fecero dell' elettricità, dopo l' invenzione della pila voltaica, sorprendenti applicazioni più svariate e più utili, quando dal ristretto campo del gabinetto di esperienze del fisico, si portò in quello vastissimo dell' industria, si volle studiar meglio il soggetto della velocità di propagazione di questo fluido. Molti fisici diressero a questo scopo le loro ricerche, tutti concordarono nel togliere l' idea della pretesa istantaneità, ma furono svariatissimi i risultati a cui pervennero. E dai numeri concreti che a rappresentar questa velocità trovò Wheatstone grandissimi, a quelli degli altri e massimamente degli astronomi di Bruxelles, correva sì enorme, e così inconciliabile differenza, che si pensò essere i fisici incorsi fin qui in grave errore, sia nel modo di esperimentare, sia nell' idea informatrice delle loro esperienze. La teoria matematica di Ohm, ora recentemente tradotta e sapientemente annotata dal sig. Gaugain, sembra che abbia sparso molta luce su questo soggetto. Tutti hanno esperimentato, ammettendo implicitamente che l' elettrirità come la luce, si propaga percorrendo spazii eguali in tempi eguali; ora secondo Ohm dovendo il movimento dell' elettrico essere assimilato a quello del calorico, che

si propaga in una sbarra, *velocità dell' elettricità* non ha più un significato netto e definito. Si potrebbe, è vero, valersi di questa espressione, a rappresentare il quoziente di uno spazio percorso per la durata della propagazione, ma ci darebbe questo una quantità variabile che non risolverebbe punto il problema proposto. E se vale ed è confermata dalle esperienze la teoria di Ohm, la questione che il fisico si può in questo senso proporre, è solamente questa: dato un circuito di dimensioni determinate e di conducibilità conosciuta, date pure le forze elettromotrici, quanto tempo dovrà impiegare a prodursi in un punto dato del circuito, una tensione determinata; e alla soluzione di questo genere di questioni, osserva il sig. Gaugain, dovrebbero volgersi le ricerche de' fisici per tendere a convalidare l' ipotesi di Ohm sullo stato variabile. Il medesimo sig. Gaugain, con alcune esperienze sui conduttori cattivi e mediocri, che egli ha reso di pubblica ragione negli « *Annales de Physique et de Chimie*, T. LIX » è pervenuto a verificare le leggi principali, che si posson dedurre dalla formula fondamentale di codesta teoria. Quindi un altro fisico francese il sig. Guillemin ha pubblicato nel T. LX. del medesimo periodico, i risultati di alcuni suoi esperimenti sulle linee telegrafiche, tendenti a verificare se queste leggi valgono anco per i buoni conduttori. Ecco quali sono in complesso i mezzi di cui si è servito, e i risultati principali a cui è pervenuto. Trattandosi di conduttori metallici era essenziale di ritrovare il modo di aver de' contatti bene stabiliti e di una durata cognita e brevissima. Egli ha potuto riunire queste condizioni adoperando una ruota di legno che porti sulla sua circonferenza una piastrella metallica P che occupi uno spazio alquanto minore di due gradi. La piastrella comunica coll'albero della ruota che è metallico, e su cui si appoggia una molla d' acciaio M; un'altra molla M' preme sopra la circonferenza della ruota, e durante un tempo, sempre assai breve, variabile colla velocità con cui gira la ruota, si trova in contatto colla piastrella metallica. Valutando il numero de' giri della ruota, e lo spazio che la parte metallica occupa sulla sua circonferenza, può facilmente computarsi



la durata del contatto quantunque piccolissima. Supponendo fra le suddette due molle, interposti una pila E, e un galvanometro G, si ha la sorgente dell'elettricità e la misura della sua azione. Le vibrazioni della molla rendendo il contatto sempre più imperfetto, a misura che la velocità di rotazione aumentava, suggerirono all'Autore di servirsi per la molla M', della forma particolare di una lama diritta, ripiegata alla sua estremità del contatto, come indica la figura qui annessa; e di più per render minori e quasi nulle le vibrazioni, avendo osservato l'A. quanta influenza avesse il premer colle dita sul punto di contatto, nell'apparecchio di cui egli si servì, aggiunse de'guancialetti forzati a molla, (che egli chiama *Étouffoirs*) che a questa pressione che gli sembrò necessaria, servissero. Inoltre per l'ordine d'idee che aveva guidato il sig. Guillemin, convenendo di far passare nel galvanometro, delle correnti di una durata assai corta, perchè si possa considerar la loro intensità, come rappresentante quella della corrente a un istante preciso, contato dal momento in cui il contatto del filo colla sorgente elettrica è stato stabilito, e occorrendo di più che la lunghezza del filo del galvanometro, e di quello su cui si osserva l'intensità della corrente fossero trascurabili relativamente alla lunghezza totale del filo, su cui la corrente si propaga, l'A. dovè servirsi di un circuito di derivazione così stabilito. Essendo ABC un lungo filo isolato che attinge la sua elettricità alla sorgente P posta ad una delle sue estremità, vi ha presso all'estremità opposta un piccolo circuito *aib* in cui è situato il galvanometro che riceve un flusso elettrico proporzionale a quello che traversa l'intervallo di



derivazione *ab*. Tutte queste condizioni qui brevemente analizzate riunisce il sig. Guillemin in un suo apparato particolare, che può far tener conto con accurate osservazioni, fino de' diecimillesimi di secondo. Per la descrizione dettagliata di questo, non possiamo a meno di rimandare i nostri lettori alla Memoria originale. Una prima serie di esperienze in un filo lungo 570 kilometri, ha mostrato che all' estremità del filo più lontana dalla sorgente, è stato necessario più di un millesimo di secondo, perchè vi fosse una deviazione sensibile nel galvanometro, e che accrescendo la durata de' contatti, la deviazione è andata sempre crescendo fino alla durata di 0",021 in cui essa ha acquistato un valor massimo che non ha mai oltrepassato, a cui evidentemente corrispondeva lo stato permanente; quindi in questo caso la durata dello stato variabile era di 0",021. Se si osserva poi quel che succede all' estremità più vicina alla sorgente, si ottiene un' intensità di corrente variabile sì, ma decrescente a misura che la durata del contatto aumenta, finchè acquista un valor costante e minimo. E questa decrescenza può facilmente spiegarsi, considerando che al momento in cui è stabilita la comunicazione fra il polo della pila e il filo, l' elettricità si precipita in gran quantità nel conduttore, perchè non esiste alcuna tensione che le faccia ostacolo; ma a misura che il filo si carica, la differenza delle tensioni va diminuendo, e il flusso elettrico diviene a mano a mano più debole, essendo esso proporzionale a cotesta differenza. Se si confrontano questi resultati, con quelli che ha ottenuto il signor Despretz nelle esperienze che egli ha fatto sulla propagazione del calorico in una colonna liquida, si vede che egli ha ritrovato analogamente, che alla distanza massima dalla sorgente calorifica, durante lo stato variabile delle temperature, l' intensità del flusso calorifico è crescente, e al contrario prossimamente alla sorgente, l' intensità del flusso calorifico nelle medesime condizioni è decrescente. Questa analogia notabilissima non può fare a meno di colpire per l' appoggio che darebbe all' ipotesi di Ohm. Un lungo seguito di esperienze fatte su linee telegrafiche diverse, ha fatto ottenere al sig. Guillemin delle serie di numeri, che tutte confermano questi primi risultati. Egli ha svariato in molti modi differenti i suoi sperimenti, per

riconoscere quant' era l' influenza che poteva avere sulla durata dello stato variabile, l' umidità dell' atmosfera circostante, l' isolamento più o meno completo dei fili, l' intensità della corrente che per essi si faceva passare ec. Specialmente per quest' ultima, ha trovato che l' aumento del numero degli elementi della pila, ha sempre portato una diminuzione nella durata dello stato variabile, ma queste differenze son lungi dall' essere inversamente proporzionali. Giunse però a determinare in generale, che la durata dello stato variabile diminuisce, quando l' energia della pila aumenta; riunendo in questa espressione *energia*, così la tensione come la quantità assoluta di elettricità che la pila è capace di produrre. Questo risultato fece prevedere che prendendo una derivazione alla terra in un punto del circuito, la tensione diminuendo, avrebbe dovuto crescere la durata dello stato variabile, e così infatti successe; il che può servire a spiegare l' effetto analogo prodotto dall' umidità dell' aria che agisce evidentemente come un numero grandissimo di deboli derivazioni.

Un' altra legge che costituisce un elemento della formula di Ohm, è che la durata dello stato variabile cresce come il quadrato della lunghezza, per fili di egual natura e di egual sezione. L' A. si volle assicurare anche di questo, ma volendo comparare i risultati che egli ottenne in varie esperienze, trovò gravi difficoltà e gravi sorgenti di errore, dovute ad altre cause indipendenti dalla lunghezza del filo, come la prossimità de' fili tra loro e colla terra e le altre sopracitate; non ostante, i numeri che il sig. Guillemin ha ottenuto, si avvicinano con una certa approssimazione a quelli teorici, che si potevan dedurre dalla formula di Ohm. Non staremo a entrare in tutti gli altri minuti dettagli di queste osservazioni, che tutte tenderebbero a confermare le ipotesi e le formule di Ohm. Sarebbe sommamente interessante che si continuasse a sperimentare, tenendo conto di tutte le cause intrinseche ed estrinseche, che hanno influenza non dubbia sulla durata dello stato variabile, per riconoscere se le formule di Ohm stanno veramente a rappresentare le leggi con cui l' elettricità si propaga, argomento che colle applicazioni odierne di questo agente fisico è divenuto di grandissimo interesse per tutti.



SULLE FORME CRISTALLINE DI ALCUNI SALI DERIVATI DALL'AMMONIACA; PER QUINTINO SELLA.

(Memoria letta nelle sedute del 17 Giugno 1860, e del 20 Gennajo 1861).

INTRODUZIONE

Vi è noto, o chiarissimi Signori, come oggetto e risultato delle più recenti investigazioni della Chimica organica sia stato di mostrare come la costituzione di gran parte delle svariatissime ed innumerevoli sostanze spettanti ai regni vegetale ed animale sia analoga a quella dei più semplici corpi del regno minerale, come dell'acqua, del salmare, e dell'ammoniaca. Il gruppo dei composti, che si possono riferire all'ammoniaca, è forse quello che offre maggior interesse, a cagione dell'immenso numero e varietà di corpi che comprende, e dei vincoli ben conosciuti che legano tra loro i membri dello stesso gruppo.

Indi consegue, che è attualmente di alta importanza lo studio delle proprietà geometriche e fisiche dei sali derivati dall'ammoniaca. Ed infatti giova anzitutto lo indagare se pro o contro la ipotesi fatta dai chimici, che tali sali abbiano costituzione analoga, parlino le loro forme cristalline, ed i loro assi di elasticità. Giova quindi far tesoro delle forme cristalline dei sali derivati dall'ammoniaca a più alto fine.

Non è inverosimile che a risolvere il problema del nesso, che lega la composizione e costituzione chimica di un corpo alle sue forme cristalline ed alle sue proprietà fisiche, meglio ci aiuti lo studio di composti, i quali, come appunto gli organici, passino per lievi differenze dall'uno all'altro, anzichè lo studio dei corpi della chimica minerale, i quali al mutarsi dell'acido o della base che li forma, vengono alterati in tanta parte di loro stessi, che ne rimangono repentinamente e profondamente alterate le essenziali proprietà. Suppongansi questi nessi rappresentati da curve, egli è chiaro che più agevolmente se ne scoprirà l'indole, qualora ne siano determinati molti punti non molto lontani, co-

me sembraci atta a somministrare la chimica organica, anzichè punti isolati assai discosti l'uno dall'altro, quali risultano dalla chimica inorganica.

E dell'essere la cosa in questi termini, abbiamo chiarissima conferma dai vincoli già scoperti tra la composizione e costituzione chimica di alcune classi di corpi organici, e qualcuna delle loro proprietà fisiche. Basti il rammentare a modo d'esempio la legge di Kopp, per cui dai gradi di temperie a cui bollono due corpi omologhi di una serie, si può desumere il grado di ebullizione di qualsiasi composto spettante alla stessa serie (1).

Già altra volta ebbi, Signori, l'onore di parlarvi delle forme cristalline di alcuni sali derivati dall'ammoniaca, cioè dei sali di platinodiamina di Reiset e Peyrone (2). Vengo oggi a discorrervi di sali derivati pure dall'ammoniaca, ai quali è essenzialmente per base una fosfina, vale a dire una ammoniaca NH_3 nella quale al posto dell'azoto v'ha fosforo, ed in cui al posto dell'idrogeno vi sono spesso altri radicali, e specialmente l'etile C_2H_5. I sali descritti furono scoperti da uno dei più attivi ed ingegnosi indagatori, di cui si vanti oggidì la chimica organica, cioè da A. W. Hofmann. A questo illustre chimico debbo i cristalli da me studiati, e pel favore che egli mi fece dandomi agio di esaminare sì interessanti corpi, sono in dovere di attestargli pubblicamente la mia gratitudine.

La Memoria sarà divisa in due parti. Nella prima si indicheranno le forme cristalline ed alcune delle proprietà ottiche di 22 sostanze finqui inesplorate; inoltre sul modo di prepararle, e sul loro punto di fusione e di ebullizione si darà qualche cenno desunto o dalle memorie dell'Hofmann, o da private informazioni di cui egli ci fu cortese.

(1) Siano t e t' i gradi di ebullizione di due sostanze omologhe le cui formole chimiche differiscano di $n\,CH_2$ si ha

$$t' = t + an$$

ove a è una costante positiva o negativa, che varia da una serie all'altra, ma che rimane la stessa per una medesima serie di corpi omologhi.

(2) Sulle forme cristalline di alcuni sali di platino. Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino. Serie II. Tom. XVII. pag. 337.

Le forme cristalline si poterono nella maggior parte dei casi determinare con qualche rigore, a cagione della perfezione dei cristalli. Gli angoli osservati, che vennero registrati dirimpetto ai calcolati, sono le medie di tutte le osservazioni fatte sopra i diversi cristalli misurati. In generale le osservazioni si ripeterono sovra un numero di cristalli tanto maggiore, quanto minore era la loro perfezione, poichè l'esperienza ci ha ammaestrati come anche da cristalli imperfetti, mediante osservazioni assai moltiplicate, e sottile criterio di calcolo, si ottengano risultati molto più accurati di quanto a prima vista possa parere.

Gli angoli dati per caratteristici del sistema cristallino di ciascuna sostanza furono talvolta somministrati direttamente dall'osservazione, ma risultano per lo più da calcoli fondati sopra gli angoli fatti dalle faccie più nitide. Trattàndosi di cristalli imperfetti si ebbe cura di poggiare questi calcoli giusta il metodo dei minimi quadrati sopra un numero di angoli maggiore di quello, che era strettamente necessario alla determinazione degli angoli caratteristici.

Stante la somma piccolezza della maggior parte dei cristalli, i caratteri ottici non si ottennero in generale che con mediocre, e talora grossolana approssimazione. L'esame di questi caratteri si riconobbe tuttavia per importantissimo, giacchè dava alla determinazione del sistema cristallografico quella certezza, che talvolta non risulta dalle sole misure degli angoli. Ed infatti senza il soccorso dei caratteri ottici, e quello non meno prezioso delle sfaldature, sarebbero state in questa Memoria descritte come *trimetriche* tre sostanze, le quali si riconobbero invece col sussidio di tali caratteri come monocline.

Gli indici di rifrazione, di cui si parlerà, si riferiscono alla parte dello spettro, che è tra il rosso ed il giallo. Le misure degli angoli fatti dagli assi ottici si riferiscono alla luce bianca.

Nella seconda parte della Memoria si discorrerà di alcune analogie evidenti tra le forme dei sali descritti, e le forme conosciute di altri sali ammoniacali.

Avvertenza essenziale.

In tutte le formule chimiche inserite nel testo, e nelle figure di questa Memoria ci siamo conformati alle viste di Hofmann ed altri odierni chimici, ed abbiamo assunto per equivalenti

$$H = 1 ; \quad O = 16 ; \quad S = 32 ; \quad C = 12 .$$

Indi segue, che per esprimere le nostre formole cogli antichi equivalenti debbonsi raddoppiare i numeri di atomi relativi all' ossigeno, allo zolfo ed al carbonio.

PARTE PRIMA

DESCRIZIONE DELLE FORME CRISTALLINE DI CIASCUN SALE.

Capo I.

Solfuro di trietilfosfina.



$$P\,(C_2H_5)_3\,S .$$

Si prepara questo sale aggiungendo poco a poco fiori di zolfo ad una soluzione eterea di trietilfosfina. Svaporando l'etere, e ripigliando con acqua, questa lascia deporre per raffreddamento, e svaporazione lenta il solfuro di trietilfosfina.

Fonde a 94°. Assai più solubile nell' acqua calda, che nella fredda (1).

Sistema romboedrico:

$$100,111 = 54°.35' ;$$

Forme osservate:

$$10\bar{1},2\bar{1}\bar{1},210 \quad (\textit{fig. } 31).$$

(1) Hofmann e Cahours, *Recherches sur les bases phosphorées.* — *Ann. de Chim. et Phys.* 3.e série. T. LI, pag. 28.

Angeli		Calcolati	Osservati
$10\bar{1},0\bar{1}\bar{1}$	=	60°.0′	60°.1′
$10\bar{1},2\bar{1}\bar{1}$	=	30 .0	29 .59
$10\bar{1},210$	=	50 .56	51 .0
$101,120$	=	71 .38	71 .34
$2\bar{1}\bar{1},210$	=	56 .55	
$2\bar{1}\bar{1},120$	=	90 .0	
$210,120$	=	36 .44	36 .50
$210,021$	=	66 .10	66 .20
$210,012$	=	78 .9	

Secondo Naumann:

$$R = 90°.13' ;$$

Forme osservate:

$$\infty P2, \ \infty R, \ \tfrac{2}{3}P2 .$$

Secondo Weiss:

$$a = 0{,}8211 ;$$

Forme osservate:

$$a : \tfrac{1}{2}a : a : \infty c \ ; \quad \infty a : a : a : \infty c \ ; \quad a : \tfrac{1}{2}a : a : \tfrac{1}{3}c .$$

Secondo Levy:

$$PP = 90°.13' ;$$

Forme osservate:

$$d', \ e^2, \ b^2 .$$

Combinazioni osservate:

$10\bar{1},210$ (*fig.* 30);
$10\bar{1},210$; $2\bar{1}\bar{1}$.

I cristalli hanno abito aghiforme di lunghi prismi esagonali, le cui faccie laterali sono assai brillanti. Le estremità sono

in generale mal terminate, ed i prismi sono spesso vuoti all'interno, per cui di rado si osservano faccie 210 un po' nitide. Si osservarono una volta sola traccie distinte di $2\bar{1}\bar{1}$. Si osservò talvolta la faccia 111, ma assai imperfetta.

A temperie un po' alta, per esempio nell' estate, i cristalli sono teneri, e flessibili: si riesce a piegarli di 180° senza romperli. A temperie meno elevata sono più duri e molto meno flessibili, ma sono tuttora settili.

I cristalli sono otticamente positivi. Si può misurare la minima deviazione tra le faccie del prisma esagono, e se ne conchiude che gli indici di rifrazione sono per il raggio straordinario $\varepsilon = 1,65$, e per il raggio ordinario $\omega = 1,59$.

Capo II.

Combinazione della trietilfosfina col bisolfuro di carbonio.


$P(C_2H_5)_3,\ CS_2$.

Aggiungendo solfuro di carbonio ad una soluzione alcoolica od eterea di trietilfosfina, si ha un precipitato di cristallini rossi talmente caratteristici, che il solfuro di carbonio può dirsi delicato reattivo atto a scoprire le più piccole traccie di trietilfosfina, purchè allo stato libero, ovvero posta in libertà per opera di un alcali, ed inversamente la trietilfosfina è il miglior reattivo per svelare la presenza del solfuro di carbonio.

La composizione dei cristallini rossi è indicata dalla formola $P(C_2H_5)_3CS_2$, la quale ricorda quella dell'acido solfo carbamico NH_3CS_2, e quella dell' acido carbamico NH_3CO_2, che unendosi all' ammoniaca forma, ciò che men propriamente dicesi, carbonato di ammoniaca anidra $(NH_3)_2,\ CO_2$.

Insolubile nell' acqua, poco solubile nell' etere, meglio nel bisolfuro di carbonio, ed anche di più nell' alcole sopratutto se scaldato. I migliori cristalli si ottengono coll' etere, e giungono fino ad avere più di un millimetro di lato.

Fonde a 95°, e si volatilizza a 100°.

Si conserva in tubo suggellato, e privo di umidità. In pre-

senza di poca umidità si scompone, per cui in un tubo ordinario non si conserva che pochi mesi (1).

Sistema monoclino:

100,101 = 29°.41' ½; 010,111 = 74°.4'; 001,101 = 27°.7' ½;

Forme osservate:

100,010,001,110,$\bar{1}$01 (*fig.* 5).

Angoli		Calcolati	Osservati
100,010	=	90°.0'	90°.5'
100,001	=	56 .49	56 .49
100,110	=	27 .39	27 .39
100,$\bar{1}$01	=	114 .2	114 .2
010,001	=	90 .0	90 .6
010,110	=	62 .21	62 .21
010,$\bar{1}$01	=	90 .0	90 .0
001,110	=	61 .0	60 .55
001,$\bar{1}$01	=	57 .13	57 .13
110,$\bar{1}$10	=	124 .41	124 .42
110,$\bar{1}$01	=	111 .9	110 .55

Secondo Naumann il sistema cristallino deriva da una piramide monoclina (*fig.* 1.) dove

OA : OB : OC : : a : b : c : : 0,9205 : 1 : 1,5970; AOB = γ = 56°.49';

Forme osservate:

∞P̶∞, ∞P̶∞, oP, ∞P, P̶∞.

Secondo Weiss sarebbe (*fig.* 1.):

OB' : OC : OA : : a : b : c : : 1 : 1,5970 : 0,9205; B'OA = aoc = 123°.11';

(1) Hofmann, *Researches on the Phosphorus-Bases*. — *Proceedings of the royal Society*. Vol. IX, pag. 290.

Forme osservate:

$a:\infty b:\infty c$; $\infty a:b:\infty c$; $\infty a:\infty b:c$; $a:b:\infty c$; $-a:\infty b:c$.

Secondo Levy i cristalli deriverebbero dal prisma romboidale obliquo (*fig.* 2.), in cui

$$MM = 124°.41'; \quad MP = 119°;$$

$$AE : AO :: b : h :: 1 : 0{,}4885;$$

Forme osservate:

h', g', P, M, a'.

Combinazioni osservate:

$100, 110, \bar{1}01$;
$100, 110, 001, \bar{1}01$ (*fig.* 3.);
$100, 110, 001, \bar{1}01$; 010 (*fig.* 4.)

I cristalli si presentano in tavole rettangolari, che hanno apparenza di trimetriche.

Sfaldature 010 facilissima e nitidissima, sebbene talvolta incurvata; 100 facile e fibrosa.

Faccie brillanti ad eccezione di $\bar{1}01$ talvolta appannata, e quasi sempre distinta da 001 per il minore splendore.

Strie delicate sopra 100 e 110 parallele alla loro intersezione.

I cristalli sono otticamente positivi. È mediana principale [010], cioè l'asse di simmetria. Il piano degli assi ottici sembra poco lungi dall'essere parallelo a 001, e solo di qualche grado se ne scosta per avvicinarsi alla perpendicolare a 100.

Gli assi ottici fanno angolo assai aperto, per cui sottoponendo al microscopio polarizzatore una lastra parallela a 010 si veggono i principii degli anelli, ma non se ne scorge il centro.

Fissando invece la lastra contro un prisma isoscele di vetro, i cui angoli eguali sono di 54°.14' ed il cui indice di ri-

frazione è 1,508, si possono scorgere i centri degli anelli, e gli assi ottici si mostrano allora sotto angolo di 72°. Da ciò si desume anzitutto, che gli assi ottici non emergono dalla lastra nell'aria libera. Inoltre siccome da misure di deviazioni prese tra prismi in sensi diversi si ebbero 1,7 e 1,8 per indici di rifrazione, si può presumere, che gli assi ottici emergano dalla lastra per entrare nel vetro in guisa, che l'indice di rifrazione spettante alla lastra non sia molto lontano da 1,75. Dalle quali premesse risulterebbe, che l'angolo interno degli assi ottici non debbe gran fatto scostarsi da 70°.

Alla luce polarizzata questa sostanza presenta uno dei più rimarchevoli esempii di policroismo. Guardando nel microscopio polarizzatore una lastra sottilissima parallela a 010, e facendo girare questa, il suo colore varia a seconda della posizione dal giallo puro al rosso scuro.

L'asse di minima elasticità, cioè [010] ha un colore rosso violaceo scurissimo.

L'asse di massima elasticità, il quale non è lungi dall'essere parallelo a [100] è rosso dello stesso genere, ma assai meno intenso.

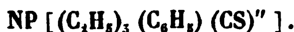
L'asse di elasticità media è giallo chiaro.

Indi risulta che anche alla luce ordinaria si ha un dicroismo distinto, poichè le lastre parallele a 100 sono di colore rosso intenso, mentre le lastre parallele a 010 sono di colore rosso arancio assai meno intenso, ed anzi assai chiaro se lo spessore della lastra è piccolo.

Durezza minore di quella del gesso.

Capo III.

Urea solforata monofenilica trietilica ad azoto e fosforo.


$NP\,[(C_2H_5)_3\,(C_6H_5)\,(CS)'']$.

Hofmann ottiene questa sostanza mescolando trietilfosfina e solfocianuro di fenile in presenza di una quantità notevole di etere, onde evitare gli inconvenienti di una troppo violenta combinazione. Si svapora l'etere, e si purifica il prodotto della rea-

zione sciogliendolo con etere caldo, e lasciandolo cristallizzare una o due volte. Lo svaporamento spontaneo della soluzione somministra discreti cristalli.

Insolubile nell' acqua, solubilissima nell' alcole.

Anche secca e pura si altera poco a poco. In un tubo chiuso dopo qualche settimana si appanna e liquefà. Emette un particolare odore spiacevolissimo simile a quello dell'acido cianidrico.

Questa sostanza contiene gli elementi di una molecola di trietilfosfina $P(C_2H_5)_3$, e di una molecola di solfocianuro di fenile $NCSC_6H_5$, ma dal suo modo di comportarsi giudica Hofmann, che si debba riguardare composta come la urea ordinaria:



$$N_2[H_4(CO)'']$$

nella quale il fosforo sostituisca un equivalente di azoto, lo zolfo sostituisca l' ossigeno, e dei quattro equivalenti d' idrogeno tre siano sostituiti dall' etile C_2H_5, ed uno dal fenile C_6H_5. Indi la denominazione e la formola poste in principio del presente capo (1).

Sistema monoclino:

$$100,001 = 61°.2' ; \quad 010,110 = 44°.27' ;$$

Forme osservate:

100,010,001,110 (*fig.* 9).

Angoli		Calcolati	Osservati
100,010	=	90°.0'	90°.0'
100,001	=	61 .2	60 .53
100,110	=	45 .33	45 .33
010,001	=	90 .0	
010,110	=	44 .27	44 .27
001,110	=	70 .10	70 .24
110,$\bar{1}$10	=	88 .54	88 .54

Secondo Naumann:

$$b : c :: 1 : 0,8583 ; \quad \gamma = 61°.2' ;$$

(1) Da lettera privata dell' Hofmann.

Forme osservate:

$\infty P \infty$; $\infty P \infty$; oP; ∞P.

Secondo Weiss:

a : b : : 1 : 0,8583; aoc = 118°.58′;

Forme osservate:

a : ∞b : ∞c; ∞a : b : ∞c; ∞a : ∞b : c; a : b : ∞c.

Secondo Levy:

MM = 88°.54′; MP = 109°.50′;

Forme osservate:

h′, *g′*, *P*, *M*.

Combinazioni:

110,001 (*fig.* 6);
110,001,100 (*fig.* 7);
110,001,100,010 (*fig.* 8).

I cristalli hanno abito di aghi quadrangolari, le cui faccie laterali sono assai brillanti. La faccia 001 è assai più appannata.

All' aria si appannano rapidamente, e diventano opachi, ma riacquistano splendore e trasparenza se rimessi tosto in un tubo chiuso, che ne contenga parecchi.

Sfaldature 100 assai facile, e 110 un po' fibrosa.

Colore giallo misto di verzigno.

Da embrioni di anelli visti alla luce polarizzata tra le faccie 110 si potè conchiudere, che il piano degli assi ottici contiene [010] asse cristallografico di simmetria, e che la bisettrice si trova nel piano di simmetria 010, ed è compresa tra la perpendicolare a 100, e la perpendicolare a 001.

Durezza prossima a quella del gesso.

Capo IV.

Urea solforata monoallilica trietilica ad azoto e fosforo.



$NP[(C_2H_5)_3(C_3H_5)(CS)'']$.

Hofmann ottiene questa urea combinando la trietilfosfina coll'essenza di mostarda, o solfo cianuro di allile $NCSC_3H_5$. Per evitare la troppa violenza della combinazione, si fa questa in presenza dell'etere, e si purifica allora agevolmente il prodotto della reazione, lavandolo con etere freddo, e sciogliendo poi con etere caldo, dal quale si ottengono con somma agevolezza bellissimi cristalli, i quali pervengono anche ad una lunghezza prossima ad un centimetro.

Fonde a 68° e si solidifica a 61°. A più alta temperie si scompone come l'urea fenilica. Alla temperie ordinaria si conserva inalterata, senza perdere del suo splendore e della sua trasparenza.

Essa contiene gli elementi di una molecola di trietilfosfina $P(C_2H_5)_3$, e di una molecola di solfocianuro di allile $NCSC_3H_5$, ma per il suo modo di combinarsi con altri corpi la considera l'Hofmann come urea analoga alla fenilica testè descritta $NP[(CS)''(C_2H_5)_3(C_6H_5)]$ in cui al posto del fenile C_6H_5 abbiasi l'allile C_3H_5 (1).

Sistema monoclino:

100,101 = 35°.42'; 010,111 = 39°.22'; 001,101 = 29°.3';

Forme osservate;

100,001,110,$\bar{1}$01,$\bar{2}$01,$\bar{1}$12 (*fig.* 15).

(1) Da lettera privata dell' Hofmann.

Angoli		Calcolati	Osservati
100,001	=	64°.45′	64°.45′
100,110	=	66 .14	66 .14
100,$\bar{1}01$	=	114 . 9	114 . 9
100,$\bar{2}01$	=	143 .50	143 .54
100,$\bar{1}12$	=	89 .32	89 .13
001,110	=	80 . 6	80 .10
001,$\bar{1}01$	=	49 .24	49 .25
001,$\bar{2}01$	=	79 . 5	79 . 7
001,$\bar{1}12$	=	51 . 2	51 .17
110,$\bar{1}10$	=	47 .33	47 .31
110,$\bar{1}01$	=	99 .30	99 .30
110,$\bar{2}01$	=	109 .0	108 .54
110,$\bar{1}12$	=	48 .23	48 .41
110,$11\bar{2}$	=	48 .52	48 .34
$\bar{1}01$,$\bar{2}01$	=	29 .41	29 .38
$\bar{1}01$,$\bar{1}12$	=	51 . 7	51 . 2
$\bar{2}01$,$\bar{1}12$	=	66 .20	67 . 5
$\bar{1}12$,$11\bar{2}$	=	87 .31	87 .55

Secondo Naumann:

a : b : c : : 0,8321 : 1 : 0,3984 ; γ = 64°.45′ ;

Forme osservate:

∞P∞, oP, ∞P, P∞, 2P∞, ½P.

Secondo Weis:

a : b : c : : 1 : 0,3984 : 0,8321 ; aoc = 115°.15′ ;

Forme osservate:

a : ∞b : ∞c; ∞a : ∞b : c; a : b : ∞c; — a : ∞b : c; — ½a : ∞b : c; — a : b : ½c.

Secondo Levy:

MM = 47°.33′ ; MP = 99°.54′ ; b : h : : 1 : 0,7730 ;

Forme osservate:

h′, P, M, a′, a_{1}^{1}, b′.

Combinazioni osservate:

001,100,110	(*fig.* 10);
001,$\bar{1}$01,110	(*fig.* 11);
100,001,$\bar{1}$01,110	(*fig.* 12);
100,001,$\bar{1}$01,110;$\bar{1}$12	(*fig.* 13);
100,001,$\bar{1}$01,110,$\bar{2}$01;$\bar{1}$12	(*fig.* 14);

I cristalli hanno talvolta abito di trimetrici come nella figura 12, talvolta invece, come nelle figure 10 e 11, hanno abito di lamelle parallele a 001, le quali non di rado sono assai allungate nella direzione [010].

Le faccie $\bar{1}$12 sono quasi sempre rotondate, e sul goniometro danno luogo a più immagini, per cui dal quadro degli angoli appaiono divarii notevoli tra i risultati del calcolo, e le medie delle osservazioni riguardanti tali faccie. Si poterono tuttavia riconoscere bene le due zone indicate dalla figura 15, sulle quali le faccie come $\bar{1}$12 sono collocate.

Lo sviluppo delle faccie $\bar{1}$12 non è sempre lo stesso: si osservarono parecchi cristalli come quelli della figura 14, in cui delle quattro faccie della forma $\bar{1}$12 esistono solo le due fiancheggianti una delle faccie 001.

Le faccie $\bar{1}$01 sono talvolta rotondate.

Sfaldature 100 e 001 facili e nitide.

I cristalli contengono spesso nell' interno piccole cavità piene di liquido, che la sfaldatura sprigiona, e che emette fortissimo odore.

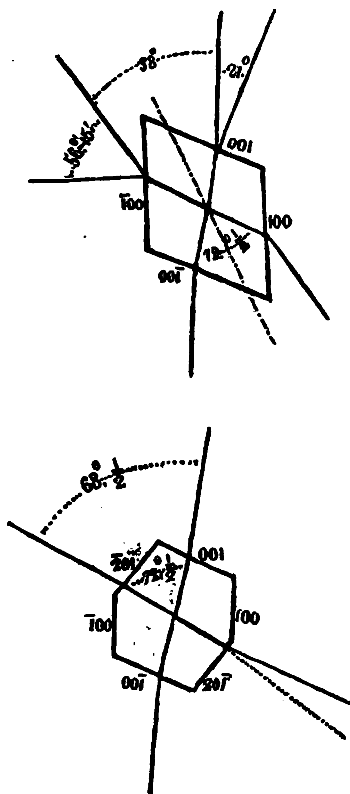
I cristalli sono otticamente negativi.

Gli assi ottici sono nel piano di simmetria, cioè 010. L'indice di rifrazione dei raggi, le cui vibrazioni sono parallele all' asse di simmetria [010], risultò 1,658 per un prisma di angolo di 64°.45′, di 1,658 e 1,645 per un angolo di 49°.24′ e di 1,666 per un angolo di 36°.7′. Si può quindi conchiudere, che tale indice, il quale dei tre principali riesce l' intermedio, è $\beta = 1,657$.

Gli assi ottici si veggono assai bene attraverso le faccie 001 e 100. L' angolo loro apparente è di 38°. Gli angoli fatti dagli assi ottici apparenti colle normali delle faccie 001 e 100 sono di 21° e di 56°.15′ giusta l' adiacente figura. Essi vennero determinati sfaldando lamelle parallele a 001, e collocandoli sopra un vetro dopo averne girata una di 180° rispetto all' altra.

Ammesso $\beta = 1{,}657$ se ne conchiuse che l' angolo interno degli assi ottici è di 72°.½, e che la bisettrice fa angolo di 113°.40′ colla normale a 100, vale a dire che essa è prossimamente normale a $\bar{1}01$. Si verificò direttamente tale conclusione con una lastra tagliata parallelamente a 010.

Si verificarono anche meglio le conclusioni precedenti per la osservazione dell' angolo degli assi ottici apparenti, che emergevano in alcuni cristalli da 001 e $\bar{2}01$. L' osservazione diede per tale angolo 68°.½ circa, mentre il calcolo fondato sui dati precedenti somministra 68°.8′.



Capo V.

Bromuro di fosfonio monobromoetilico trietilico.



$P\,[(C_2H_5)_3\,(C_2H_4Br)]\,Br.$

Hofmann ottiene questo sale mescolando soluzioni eteree di trietilfosfina, e di bibromuro di etilene. Sciogliendo il precipi-

tato nell' alcole assoluto, precipitandonelo poi coll' etere, e quindi ripetendo tale operazione alcune volte, si ottiene il sale abbastanza puro.

Solubilissimo nell' acqua, ed anche nell' alcole assoluto, insolubile nell' etere. Fonde e si scompone a 235°.

Questo sale risulta dalla riunione di un equivalente di trietilfosfina $P(C_4H_5)_3$ con un equivalente di bibromuro di etilene $C_4H_4Br_2$, ed Hofmann lo considera come analogo ad un bromuro di ammonio NH_4Br, nel quale l' azoto sia sostituito dal fosforo, e dei quattro equivalenti di idrogeno tre siano sostituiti dall' etile C_4H_5, ed il quarto da un etile, in cui al posto di un equivalente di idrogeno sia un equivalente di bromo, cioè da C_4H_4Br, che si può denominare bromoetile. Ed infatti il nitrato di argento non precipita che la metà del bromo contenuto in questo sale, e lascia intatto il bromo contenuto nel bromoetile (1).

Sistema monometrico;

Forme osservate:

110 (*fig.* 16).

Angoli		Calcolati	Osservati
$110,1\bar{1}0$	=	90°.0′	89°.45′
$110,101$	=	60 .0	59 .45
$110,01\bar{1}$	=	60 .0	60 . 4
$110,011$	=	60 .0	59 .34
$110,10\bar{1}$	=	60 .0	60 .19
$\bar{1}10,011$	=	60 .0	60 . 3
$1\bar{1}0,101$	=	60 .0	60 . 4

I cristalli sono talvolta allungati in guisa da prendere aspetto di cristalli dimetrici (*fig.* 17). Altra volta (*fig.* 18) una delle faccie $\bar{1}10$ è per giunta tanto più sviluppata della parallela, in guisa che non esiste quasi più della metà dei cristalli della figura 17.

(1) Hofmann, *Researches on the Phosphorus Bases.* — *Proceedings of the royal Society.* Vol. IX, pag. 287.

Sulle faccie scorgonsi talvolta vuoti a tramoggia, i cui lati sono paralleli agli spigoli del rombododecaedro.

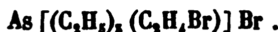
Splendore grasso.

Durezza minore di quella del gesso.

Si riconobbe, che i cristalli non influiscono sulla luce polarizzata.

Capo VI.

Bromuro di arsonio monobromoetilico trietilico.



$$As\,[(C_2H_5)_3\,(C_2H_4Br)]\,Br\ .$$

Hofmann ottiene questo sale facendo digerire nell' alcole, ed a temperie non più elevata di 50 a 60°, trietilarsina $As(C_2H_5)_3$ e bibromuro di etilene $C_2H_4Br_2$ in grande eccesso.

È un po' meno solubile del bromuro, di cui al capo precedente.

La costituzione di questo sale è dall' Hofmann ritenuta analoga a quella del bromuro descritto nel precedente paragrafo, in cui al fosforo si sostituisca l' arsenico, ed analoga perciò al bromuro di ammonio NH_4Br in cui all' azoto si sostituisca l' arsenico, ed ai quattro equivalenti di idrogeno si sostituisca per tre equivalenti l' etile, e pel quarto equivalente il bromoetile (1).

Sistema monometrico:

Forme osservate:

110 (*fig.* 16).

Angoli		Calcolati	Osservati
$110,\bar{1}10$	=	90°.0′	90°.3′
110,101	=	60 .0	60 .0
$110,01\bar{1}$	=	60 .0	60 .8

L' abito dei cristalli è talvolta affatto identico a quello del bromuro di fosfonio sopra descritto.

(1) Da lettera privata dell' Hofmann.

Si riconobbe pure, che i cristalli non influiscono sulla luce polarizzata.

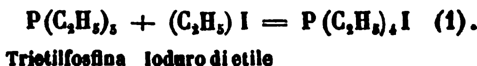
Capo VII.

Ioduro di fosfonio tetraetilico.



$$P(C_2H_5)_4I.$$

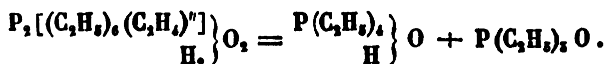
Si prepara questo bellissimo sale aggiungendo ad una soluzione eterea di trietilfosfina ioduro di etile, giusta la seguente equazione:



$$\underset{\text{Trietilfosfina}}{P(C_2H_5)_3} + \underset{\text{Ioduro di etile}}{(C_2H_5)I} = P(C_2H_5)_4I \quad (1).$$

Si ricava pure questo sale dal biioduro di difosfonio monoetilenico exaetilico, di cui al capo XI, cioè $P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)'']I_2$. A tale effetto col mezzo dell' ossido di argento si precipita l'iodio da una soluzione di questo biioduro; si ottiene sotto forma di liquido caustico un idrato di biossido corrispondente, cioè $\left.\begin{matrix}P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)''] \\ H_2\end{matrix}\right\}O_2$.

Scaldando quindi questo biidrato, si ottengono parecchi prodotti, e ad un certo punto la scomposizione si fa in guisa da somministrare idrato di fosfonio tetraetilico, e ossido di trietilfosfina giusta la seguente equazione:



$$\left.\begin{matrix}P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)''] \\ H_2\end{matrix}\right\}O_2 = \left.\begin{matrix}P(C_2H_5)_4 \\ H\end{matrix}\right\}O + P(C_2H_5)_3O.$$

L' idrato di fosfonio tetraetilico si converte poi in ioduro coll' acido iodidrico (2).

Solubilissimo nell' acqua, meno solubile nell' alcole, ed affatto insolubile nell' etere.

(1) Hofmann e Cahours. *Recherches sur les Bases Phosphorées.* — *Ann. de Phys. et de Chim.* 1857, Tom. LI, pag. 19.

(2) Da lettera privata di Hofmann.

La costituzione di questo sale viene considerata come identica a quella dell' iodoro di ammonio PH_4I, in cui il fosforo sia sostituito dall' azoto, e l' idrogeno dall' etile.

Sistema romboedrico:

$$111,100 = 59°.32' ;$$

Forme osservate:

$111,10\bar{1},100,110,210,31\bar{1}$ (*fig.* 79).

Angoli		Calcolati	Osservati
$111,10\bar{1}$	=	90°. 0'	89°.29'
111,100	=	59 .32	
111,110	=	40 .22	40 .22
111,210	=	44 .28	44 .28
$111,31\bar{1}$	=	63 . 0	63 . 2
$10\bar{1},01\bar{1}$	=	60 . 0	60 . 7
$10\bar{1},100$	=	41 .43	41 .44
$10\bar{1},010$	=	90 . 0	90 .20
101,110	=	55 .53	55 .58
101,101	=	90 . 0	89 .59
$10\bar{1},210$	=	45 .32	45 .30
$10\bar{1},120$	=	69 .30	69 .33
$10\bar{1},31\bar{1}$	=	27 . 0	26 .58
$10\bar{1}.13\bar{1}$	=	63 .33	63 .33
100,010	=	96 .34	96 .31
100,110	=	48 .17	48 .15
100,011	=	99 .54	
100,210	=	27 .47	27 .48
100,120	=	68 .47	68 .42
100,021	=	99 .16	
$100,31\bar{1}$	=	26 .27	26 .26
$100,13\bar{1}$	=	76 .42	76 . 5
$100,\bar{1}31$	=	115 .47	
110,101	=	68 .14	68 . 3
110,210	=	20 .30	20 .27

Angoli		Calcolati	Osservati
110,201	=	57°. 3′	
110,102	=	81 .19	
$110,31\bar{1}$	=	32 .16	
$110,3\bar{1}1$	=	69 .46	
$110,1\bar{1}3$	=	98 .51	
210,120	=	41 . 0	40°.54′
210,201	=	41 . 0	
210,021	=	74 .41	
210,012	=	88 .56	
$210,31\bar{1}$	=	18 .32	18 .34
$210,13\bar{1}$	=	50 .30	
$210,\bar{1}31$	=	89 .20	
$31\bar{1},13\bar{1}$	=	52 .55	52 .52
$31\bar{1},3\bar{1}1$	=	52 .55	52 .59
$31\bar{1},\bar{1}31$	=	101 . 0	101 . 2
$31\bar{1},\bar{1}\bar{1}3$	=	126 . 0	126 . 4

Secondo Naumann:

$$R = 83°.26' ;$$

Forme osservate :

$$0R, \ \infty P2, \ R, \ -\tfrac{1}{2}R, \ \tfrac{2}{3}P2, \ \tfrac{4}{3}P2 .$$

Secondo Weiss:

$$a = 0,6793 ;$$

Forme osservate :

$$\infty a : \infty a : \infty a : c; \ a : \tfrac{1}{2}a : a : \infty c; \ \infty a : a : a : c; \ \infty a' : a' : a' : \tfrac{1}{2}c;$$

$$a : \tfrac{1}{2}a : a : \tfrac{4}{3}c; \ a : \tfrac{1}{2}a : a : \tfrac{2}{3}c .$$

Secondo Levy:

$$PP = 83°.26' ;$$

Forme osservate:

$$a', \ d', \ P, \ b', \ b^2, \ e_3 .$$

Combinazioni osservate:

$31\bar{1}; 100, 10\bar{1}$	(*fig.* 80);
$31\bar{1}, 111; 100$	(*fig.* 81);
$31\bar{1}, 111, 10\bar{1}; 100$	(*fig.* 82);
$31\bar{1}, 110, 100; 10\bar{1}, 210$	(*fig.* 83 e 84).
$31\bar{1}, 100, 110; 10\bar{1}, 210, 111.$	

I cristalli preparati trattando la trietilfosfina coll' ioduro di etile mostrarono la forma delle figure 83 e 84 talvolta arricchite di traccie di 111.

I cristalli invece preparati sottomettendo il bifosfonio idrato all' azione del calore mostrarono la forma della figura 80 allorquando giallastri, e più grossi, quelle delle figure 81 e 82 se bianchi puri e piccini.

È degno di nota l' irregolarità di sviluppo delle faccie del prisma $10\bar{1}$ nei cristalli indicati dalla figura 82. Questa irregolarità si manifestò in quasi tutti i cristalli di questo genere, i quali parevano aver aderito alle pareti del vaso, in cui la cristallizzazione si operava, per una delle faccie del prisma anormalmente estesa.

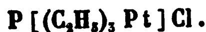
Cristalli assai nitidi. Splendore vivacissimo su tutte le faccie, meno quelle della base 111.

Cristalli otticamente positivi. Si ebbero gli indici di rifrazione misurando la deviazione minima attraverso le faccie della piramide esagonale $31\bar{1}$, che s' incontrano secondo uno spigolo parallelo alla base 111. Si trovò così per i raggi ordinarii $\omega = 1{,}660$, e per i raggi straordinarii $\varepsilon = 1{,}668$.

Durezza maggiore di quella del gesso.

Capo VIII.

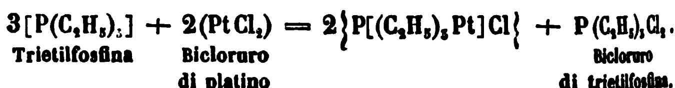
Cloruro di fosfonio monoplatinico trietilico.



$$P\,[(C_2H_5)_3\,Pt\,]\,Cl.$$

Hofmann ottiene questo bellissimo sale nel modo seguente. Aggiungendo bicloruro di platino ad una soluzione alcoolica di trietilfosfina, e scaldando, si osserva che ad un certo punto la

soluzione da giàlla come era si scolora, e lascia raffreddandosi un deposito cristallino avente la composizione $P[(C_2H_5)_3Pt]Cl$, il quale si forma giusta l'equazione:



$$3[P(C_2H_5)_3] + 2(PtCl_2) = 2\{P[(C_2H_5)_3Pt]Cl\} + P(C_2H_5)_3Cl_2.$$

Trietilfosfina — Bicloruro di platino — Bicloruro di trietilfosfina.

Trattando il deposito cristallino con etere, se ne scioglie una parte, e la soluzione eterea somministra i bei cristalli gialli da noi descritti. La parte insolubile nell'etere si scioglie per contro nell'alcole, e la soluzione alcoolica dà cristalli bianchi aventi la stessa composizione dei gialli. Il sale giallo si converte nel bianco se scaldato qualche tempo da 140° a 150°, e si direbbe che tra l'uno e l'altro vi siano relazioni analoghe a quelle del sale verde di Magnus NH_3PtCl col sale giallo di Peyrone, che gli è isomero, ed ha anche la composizione NH_3PtCl.

I cristalli gialli da noi descritti sono insolubili nell'acqua, difficilmente solubili nell'alcole, insolubili nell'etere. Fondono a 140° circa (1).

Sistema monoclino:

100,101 = 26°.48'; 010,111 = 59°.38'; 001,101 = 31°.28';

Forme osservate;

001,110,$\bar{1}$01,$\bar{1}$12 (*fig.* 24).

Angoli		Calcolati	Osservati
001,110	=	67°.38'	67°.38'
001,$\bar{1}$01	=	68 .20	68 .20
001,$\bar{1}$12	=	46 .47	46 .50
110,$\bar{1}$10	=	92 .40	92 .40
110,$\bar{1}$01	=	115 .33	115 .33
110,$\bar{1}$12	=	70 .15	70 .12
110,11$\bar{2}$	=	65 .35	65 .32
$\bar{1}$01,$\bar{1}$12	=	45 .18	45 .21
$\bar{1}$12,11$\bar{2}$	=	114 .4	114 .10.

(1) Ricerche dell'Hofmann tuttora inedite.

Secondo Naumann:

$$a : b : c :: 1{,}1577 : 1 : 0{,}8909; \quad \gamma = 58^\circ.16';$$

Forme osservate:

$$OP, \quad \infty P, \quad P\infty, \quad \tfrac{1}{2}P.$$

Secondo Weiss?

$$a : b : c :: 1 : 0{,}8909 : 1{,}1577; \quad aoc = 121^\circ.44';$$

Forme osservate:

$$\infty a : \infty b : c; \quad a : b : \infty c; \quad -a : \infty b : c; \quad -a : b : \tfrac{1}{2}c.$$

Secondo Levy:

$$MM = 92^\circ.40'; \quad MP = 112^\circ.22'; \quad b : h :: 1 : 0{,}8644;$$

Forme osservate:

$$P, M, a', b'.$$

Combinazioni osservate:

110,001 (*fig.* 19);
110,001; $\bar{1}12$ (*fig.* 20);
110,001, $\bar{1}12$, $\bar{1}01$ (*fig.* 21).

La forma $\bar{1}12$ è quasi sempre incompleta: delle quattro faccie spettanti alla medesima manca talvolta una faccia sola, ma per lo più mancano due faccie non parallele. Le due faccie rimanenti sono ora ad uno dei capi del prisma 110, come nella figura 23, ed ora l'una in alto e l'altra in basso, come nella figura 22.

Sfaldature 110 un po' difficili, e non molto nitide.

Splendore vetroso vivace: i cristalli sono assai nitidi.

Colore giallo chiaro con lieve tinta verdiccia.

Cristalli otticamente negativi.

Gli assi ottici sono in un piano il quale è parallelo all'asse di simmetria [010], e la mediana principale è tra la perpendicolare a 001, e la perpendicolare a $\bar{1}02$.

Durezza minore di quella del gesso.

È noto come i cristalli monometrici di cloruro di ammoniaca NH_4Cl (1) abbiano sovente abito di cristalli dimetrici. Se ora noi assumiamo cristalli contenenti quattro delle faccie del cubo 100, e otto delle faccie dell'icositetraedro 112, le quali siano disposte giusta quel che indica la figura 25, avremo cristalli assai simili a quelli del cloruro di fosfonio monoplatinico trietilico indicati dalla figura 21. Ecco infatti gli angoli delle due specie di cristalli:

NH_4Cl		$P[Pt(C_2H_5)_3]Cl$	
$100,010$	$= 90°.0'$	$110,\bar{1}10$	$= 92°.40'$
$100,1\bar{1}2$	$= 65.54$	$110,001$	$= 67.38$
$100,112$	$= 65.54$	$110,\bar{1}12$	$= 70.15$
$100,1\bar{1}\bar{2}$	$= 65.54$	$110,10\bar{1}$	$= 64.27$
$100,11\bar{2}$	$= 65.54$	$110,112$	$= 65.35$
$1\bar{1}2,112$	$= 48.12$	$001,\bar{1}12$	$= 46.47$
$1\bar{1}\bar{2},11\bar{2}$	$= 48.12$	$10\bar{1},11\bar{2}$	$= 45.18$
$1\bar{1}2,1\bar{1}\bar{2}$	$= 109.28$	$001,10\bar{1}$	$= 111.40$
$112,11\bar{2}$	$= 109.28$	$\bar{1}12,112$	$= 114.4$

Capo IX.

Bromuro di fosfonio monobromoetilico trimetilico.



$P[(CH_3)_3(C_2H_4Br)]Br$.

Hofmann prepara questo sale seguendo una via identica a quella indicata al capo V. per preparare il corrispondente sale etilico. Si mescolano soluzioni eteree di trimetilfosfina $P(CH_3)_3$

(1) Rammelsberg. *Handbuch der Krystallographischen Chemie.* Berlin, 1855, pag. 41.

e di bibromuro di etilene $C_2H_4Br_2$, le quali reagiscono vivacissimamente. Si scioglie il precipitato nell' alcole, e quindi si precipita coll' etere, e si giunge dopo qualche ripetizione dell' operazione ad un sale puro.

Proprietà analoghe a quelle del bromuro del capo V.

Costituzione anche analoga a quella di $P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br$, non correndo altro divario se non che i tre equivalenti di etile C_2H_5 sono sostituiti da altrettanti equivalenti di metile CH_3 (1).

Sistema trimetrico:

$$100,110 = 60°.24' ; \quad 00,1101 = 22°.9' ;$$

Forme osservate:

100,010,001,110,211 (*fig.* 85).

Angoli		Calcolati	Osservati
100,010	=	90°.0'	90°.2'
100,001	=	90 .0	89 .58
100,110	=	60 .24	60 .26
100,211	=	56 .30	56 .27
010,001	=	90 .0	90 .6
010,110	=	29 .36	29 .36
010,211	=	60 ,56	60 .55
001,110	=	90 .0	89 .55
001,211	=	47 .19	47 .17
110,$\bar{1}$10	=	59 .12	59 .12
110,211	=	45 .59	45 .45
110,$\bar{2}$11	=	81 .23	81 .21
211,$\bar{2}$11	=	67 .0	67 .6
211,2$\bar{1}$1	=	58 .7	58 .10
211,$\bar{2}\bar{1}$1	=	94 .39	94 .34

Secondo Naumann:

$$a:b:c::0,4071:1:0,5681 ;$$

(1) Da lettera privata dell' Hofmann.

Forme osservate:

$$\infty\hat{P}\infty, \quad \infty\bar{P}\infty, \quad oP, \quad \infty P, \quad 2\hat{P}2.$$

Secondo Weiss:

$$a:b:c::1:0,5681:0,4071;$$

Forme osservate:

$$a:\infty b:\infty c; \quad \infty a:b:\infty c; \quad \infty a:\infty b:c; \quad a:b:\infty c; \quad \tfrac{1}{2}a:b:c.$$

Secondo Levy:

$$MM = 120°.48'; \quad b:h::1:0,3539$$

Forme osservate:

$$g', \; h', \; P, \; M, \; e_1.$$

Combinazioni osservate:

100,010,001; 110 (*fig.* 86);
100,010,001; 110,211 (*fig.* 87);
110,001; 100 (*fig.* 88);
110,001; 100,010,211 (*fig.* 89);
001,010,211 (*fig.* 90).

I cristalli hanno abito di tavole talvolta rettangolari come nelle figure 86 e 87, ma più spesso romboidali come nelle figure 88 e 89, od esagone come nella figura 90.

Altre volte sono invece allungati nella direzione [001] e spesso si osserva allora una rimarchevole ineguaglianza nello sviluppo delle faccie. Le figure 91 e 92 e le figure 93 e 94 ne somministrarono due rimarchevolissimi esempii. Si è osservato, che nel cristallo delle figure 91 e 92 la faccia $\bar{1}\bar{1}0$ era men piana ed alcun po' a tramoggia, e che lo stesso fenomeno si mostrava sulla faccia $\bar{1}00$ del cristallo indicato colle figure 93 e 94, come se tali faccie fossero quelle, per cui il cristallo ade-

riva alle pareti del vaso nel quale si operò la cristallizzazione.

Le faccie della forma 211 sono spesso molto inegualmente sviluppate, e di frequente alcune mancano. Il cristallo delle figure 91 e 92 e quello delle figure 93 e 94 non avevano che due delle otto faccie della forma 211, le quali fossero un poco ampie: le altre od erano appena indicate, o mancavano affatto mostrando la emiedria detta indeterminata dello Scacchi.

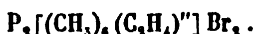
Le faccie 001 hanno splendore vetroso traente al perlaceo. Le altre faccie hanno splendore meno vivo, e traente al grasso. Le faccie 211 somministrano in generale più immagini.

Sfaldatura 001 facile e discretamente perfetta. Sfaldature 110 facili e fibrose; sfaldatura 100 meno chiara.

Gli assi di elasticità ottica sono per ordine di grandezza [001], [100], [010].

Capo X.

Bibromuro di difosfonio monoetilenico exametilico.



$$P_2[(CH_3)_6(C_2H_4)''] Br_2 .$$

Hofmann ottenne una volta questo sale trattando il bibromuro di etilene $C_2H_4Br_2$ con grande eccesso di trimetilfosfina $P(CH_3)_3$. sciogliendo quindi nell'alcole, e lasciando svaporare all'aria si ottennero i cristallini qui descritti. Malgrado tutti gli sforzi non si riescì ad ettenere una seconda volta cristalli della stessa natura ben formati.

Assai solubile nell'acqua e nell'alcole, insolubile nell'etere.

La costituzione di questo sale si ritiene dall'Hofmann come analoga a quella di un bibromuro di ammonio biatomico $N_2H_8Br_2$ in cui l'azoto sia sostituito dal fosforo, e degli otto equivalenti di idrogeno; sei siano sostituiti da altrettanti equivalenti di metile CH_3, e due da un equivalente di etilene C_2H_4, il quale è qui biatomico (1).

Sistema monoclino:

$$100,101 = 17°.45'; \quad 010,111 = 57°.47'; \quad 001,101 = 20°.4'.$$

(1) Da lettera privata dell'Hofmann.

Forme osservate:

001,110,$\bar{1}$01 (*fig.* 96).

Angoli		Calcolati	Osservati
001,110	=	58°.22′	58°.22′
001,$\bar{1}$01	=	80 .52	80 .50
110,$\bar{1}$10	=	83 .13	83 .12
110,$\bar{1}$01	=	108 .35	108 .33

Secondo Naumann:

a : b : c : : 1,1255 : 1 : 0,5445 ; γ = 37°.49′ ;

Forme osservate:

oP , ∞P , P∞ .

Secondo Weiss:

a : b : c : : 1 : 0,5445 : 1,1255 ; aoc = 142°.11′ ;

Forme osservate:

∞a : ∞b : c ; a : b : ∞c ; — a : ∞b : c .

Secondo Levy:

MM = 83°.13′ ; MP = 121°.38′ ; b : h : : 1 : 0,9884 ;

Forme osservate:

P , M , a′ .

Combinazioni osservate:

110,001 (*fig.* 95).

La faccia $\bar{1}$01 non si osservò direttamente, ma si ottenne colla sfaldatura. V' ha anche una sfaldatura 001 nitida e facile come la precedente.

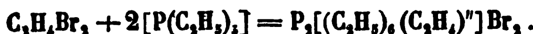
Capo XI.

Biioduro di difosfonio monoetilenico exaetilico.



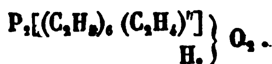
$$P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)'']I_2 .$$

Hofmann ad ottenere questo sale lascia digerire in presenza dell' alcole bibromuro di etilene e trietilfosfina nella proporzione di un equivalente del primo e due della seconda. Si ottiene in tal guisa il bibromuro di difosfonio monoetilenico exaetilico giusta la equazione



$$C_2H_4Br_2 + 2[P(C_2H_5)_3] = P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)'']Br_2 .$$

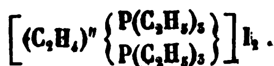
Sciogliendo quindi la massa cristallina così ottenuta nell' acqua, trattando con ossido di argento, e filtrando il bromuro di argento, si ha il biidrato di biessido di difosfonio monoetilenico exaetilico.



$$\left.\begin{matrix}P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)''] \\ H_2\end{matrix}\right\} O_2 .$$

Saturata quindi la dissoluzione alcalina del biidrato con acido iodidrico si ottiene il biioduro qui descritto, il quale cristallizza facilmente per poco che si concentri la soluzione. Ridisciogliendo con acqua bollente e lasciando raffreddare si ottengono lunghi aghi determinabili.

Hofmann ritiene, che questo sale abbia una costituzione analoga a quella di un biioduro di ammonio biatomico $N_2H_8I_2$ in cui l' azoto sia sostituito dal fosforo, e degli otto equivalenti di idrogeno, sei siano sostituiti da altrettanti equivalenti di etile C_2H_5, e due da un equivalente di etilene C_2H_4. Inoltre osserva l' Hofmann come l' etilene biatomico in questo e negli altri sali biatomici, che nella Memoria si descrivono, sia come il cemento il quale avvinghia due molecole di trietilfosfina in guisa da produrre composti stabili, ed a meglio esprimere la sua idea rappresenta il biioduro, di cui ragioniamo, colla formola



$$\left[(C_2H_4)''\left\{\begin{matrix}P(C_2H_5)_3\\P(C_2H_5)_3\end{matrix}\right\}\right]I_2 .$$

100 parti di acqua bollente sciolgono 458 parti del sale, e 100 di acqua a 12° ne ritengono solo 3 parti.

Poco solubile nell' alcole, ed insolubile nell' etere.

Fonde a 231° senza alterarsi (1).

Sistema trimetrico:

100,110 = 60°.18′; 001,101 = 45°9′;

Forme osservate:

110,101 (*fig.* 29).

Angoli		Calcolati	Osservati
$110,\bar{1}10$	=	59°.24′	59°.22′
110,101	=	69 .26	69 .21
$101,\bar{1}01$	=	90 .18	90 .16

Secondo Naumann:

a : b : c : : 1,0052 : 1 : 0,5704 :

Forme osservate:

$\infty P, \frac{1}{2}\breve{P}\infty$:

Secondo Weis:

a : b : c : : 1 : 0,5704 : 1,0052 ;

Forme osservate:

a : b : ∞c ; a : ∞b : c.

Secondo Levy:

MM = 120°.36′ ; b : h : : 1 : 0,8732 ;

(1) Da lettera privata dell' Hofmann. Vedi anche *Researches on the Phosphorus Bases.* — *Proceedings of the Roy. Soc.* 24 Febb. 1859.

Forme osservate:

M , e'.

Combinazioni osservate :

110,101 (*fig.* 26 e 27);

110,101 con altre faccie rotondate, come nella figura 28, di cui non si riescì a determinare il simbolo.

Le faccie 110 sono talvolta assai inegualmente sviluppate come nella figura 27.

I cristalli hanno abito di aghi allungati nella direzione [010] i quali se piccini sono trasparenti, ma sono lattiginosi e vuoti all' interno se più grossi.

Sfaldature 110, 101 facili e nitide.

Le faccie 110 hanno splendore vetroso : le faccie 101 lo hanno invece perlaceo.

I cristalli come quelli della figura 27, e sono così in maggior numero, hanno abito monoclino, ma le misure degli angoli 110,101 e $\bar{1}10,\bar{1}01$ diedero risultati sì vicini, da non confermare questo dubbio. Inoltre il piano di polarizzazione della luce passante per le faccie 101,$\bar{1}0\bar{1}$ ovvero 10$\bar{1}$,$\bar{1}$01 parallelamente allo spigolo [010] del prisma fatto da esse faccie non cangia, locchè non succederebbe ove l'asse cristallografico [010] non fosse perpendicolare agli altri due.

L' angolo 101,10$\bar{1}$ è sì vicino a 90°, che i cristalli si potrebbero ritenere come dimetrici emiedri. Noi però nol crediamo probabile, giacchè non si trovarono che le due sfaldature 110,$\bar{1}$10 invece delle quattro corrispondenti al sistema dimetrico, ed inoltre le misure dell' angolo 101,$\bar{1}$01 diedero sempre un risultato maggiore dell' angolo retto.

Capo III.

Cloroplatinato di fosfonio tetraetilico.



Trattando una soluzione di ioduro di fosfonio tetraetilico $P(C_2H_5)_4$ I con ossido di argento, se ne precipita tutto lo iodio,

e la soluzione filtrata contiene un corrispondente ossido di fosfonio tetraetilico. Aggiungendo acido cloridrico l' ossido si converte in cloruro, ed aggiungendo ancora bicloruro di platino si ottiene un precipitato, che è appunto il cloroplatinato, del quale ragioniamo.

Solubile con difficoltà nell' acqua bollente, insolubile nell' alcole e nell' etere (1).

Sistema monometrico

Forme osservate:

100,111 (*fig.* 34).

Angoli		Calcolati	Osservati
001,111	=	54°.44′	54°.40′
$111,11\bar{1}$	=	70 .32	70 .36 .

Le faccie del cubo 100 sono assai brillanti: quelle dell' ottaedro 111 presentano spesso delle cavità a tramoggia.

Niuna influenza sulla luce polarizzata.

Colore arancio rosso.

Capo XIII.

Cloroplatinato di fosfonio monometilico trietilico.



$$P[(C_2H_5)_3(CH_3)]Cl + PtCl_2 .$$

Ad una soluzione eterea di trietilfosfina aggiungendo ioduro di metile ottiensi ioduro di fosfonio monometilico trietilico, cioè:



$$P[(C_2H_5)_3(CH_3)]I .$$

Separando poscia l' iodio con ossido di argento, ottiensi in soluzione un ossido di fosfonio monometilico trietilico, il quale

(1) Hofmann e Cahours. *Recherches sur les bases phosphorées.* — *Ann. de Chim. et de Phys.* 1857, Tom. LI, pag. 21.

si converte in cloruro coll'acido cloridrico. Aggiungendo finalmente alla soluzione di questo cloruro del bicloruro di platino si ha un precipitato, che è appunto il cloroplatinato, del quale ragioniamo.

Solubile nell' acqua bollente, insolubile nell' alcole e nell' etere (1).

Sebbene gli Autori di questo sale indichino nella loro Memoria, che esso è in cuboottaedri, si credette tuttavia necessario il verificare questa asserzione mediante misure di angoli, ed esame dei caratteri ottici.

Sistema monometrico:

Forme osservate:

100,111.

Angoli		Calcolati	Osservati
$111,11\bar{1}$	=	70°.32′	70°.26′
$11\bar{1},\bar{1}11$	=	70 .32	71 . 0
$\bar{1}1\bar{1},\bar{1}11$	=	70 .32	70 .45
$\bar{1}11,111$	=	70 .32	70 .20
100,111	=	54 .44	54 .15.

Si trovano ottaedri (*fig.* 32), e cuboottaedri (*fig.* 33), ma le faccie del cubo sono poco sviluppate.

Le faccie mostrano talvolta vuoti a tramoggia.

Sfaldatura 111.

Niuna influenza sulla luce polarizzata.

Colore arancio rossigno. Splendore vivo.

(*continua*)



(1) Hofmann e Cahours. *Recherches sur les bases phosphorées* — *Ann. de Chim. et de Phys.* 1857. Tom. LI. pag. 51.

SUL PARABENZENE, E SULLA ISOMERIA DI ALTRI IDROCARBURI; CHURCH.

(*Philos. Magazine*, T. XVIII, p. 522.).

Il sig. Church asserisce che nell'olio leggiero del catrame di carbon fossile siavi oltre il benzene che bolle a 80°,8 un altro idrocarburo isomero che bolle a 97°,5, e che raffreddato sino a — 20° non si solidifica. A questo nuovo idrocarburo ha dato il nome di parabenzene o parabenzol. L'isomeria del benzene e parabenzene si manterrebbe nei derivati, specialmente negli acidi copulati dai quali si riottiene quello tra i due isomeri che è stato adoperato. Così esisterebbe l' acido solfobenzenico e l'acido solfoparabenzenico; il primo si fa col benzene e scomponendosi ridà benzene; il secondo si fa col parabenzene e scomponendosi ridà parabenzene. Church ha sottomesso alla distillazione secca i sali ammonici dei due acidi copulati; tutti e due danno alcuni prodotti comuni, ma il solfobenzinato dà benzene, ed il solfoparabenzinato dà invece parabenzene i cui caratteri sono identici a quelli che avea il parabenzene prima di copularsi all'acido solforico. Fa inoltre osservare che la differenza trai punti di ebollizione dei due benzeni è approssimativamente eguale a quella che vi ha trai punti di ebollizione di alcuni isomeri dell'essenza di trementina. Difatto:

Benzene bolle a . . .	80°,8	Differenza 16°,7.
Parabenzene bolle a	97°,5	
Idrocarburo dell'essenza di garofano bolle a	143°	Differ. 17°
Terebene ed altri isomeri bollono a	160°	
Idrocarburo della camomilla, isoterebentene ed altri isomeri bollono a	175°	Differ. 15°

Un'eguale differenza il sig. Church nota tra i punti di ebollizione del toluene (103°,7) e di un idrocarburo isomero paratoluene, che a lui pare avere scoverto trai prodotti della distil-

lazione del carbon fossile. Frazionando una porzione d'olio leggiero di catrame di carbon fossile, la quale dopo una purificazione col sodio era distillata tra 115° e 125° si accorse che $^{9}/_{10}$ del liquido passavano trai 119° e 120°. Con ripetute rettificazioni giunse ad avere un liquido che bolliva alla temperatura costante di 119°.5.

Sospettando fosse il butile che bolle a tale temperatura, lo sottopose all' azione dell' acido nitrico freddo e notò che vi si scioglie dando un composto apparentemente identico col nitrotoluene; parimenti coll' acido solforico dà un acido che fa un sale di barite contenente la quantità di bario del solfotoluenato baritico. Il sig. Church si propone di meglio verificare l'esistenza del paratoluene.

Osservazioni sulla precedente nota.

L'esistenza dei due nuovi idrocarburi *parabenzene* e *paratoluene* avrebbe certamente una grandissima importanza, e però noi desideriamo che il fatto sia meglio dimostrato. Chi ha sottomesso a reiterate distillazioni l' olio leggiero del catrame di carbon fossile sa come è cosa difficile ottenere prodotti purissimi che bollano a temperature costanti; sa inoltre come spesso si ottengano miscugli che pajono bollire a temperature fisse e l'illusione dura qualche volta in molte rettificazioni successive, se non si mutano le condizioni e gli apparecchi in cui si fa la distillazione. Ciò ci fa dubitare dell' esistenza del parabenzene e molto più di quella del paratoluene. Inoltre il signor Mendéléef, avendo tentato di estrarre da un campione d'olio di catrame il parabenzene, seguendo con esattezza le indicazioni di Church, trovò che il liquido che distillava a circa 97°, colle rettificazioni successive, si divideva in benzene e toluene (1); dal che trasse la conclusione che il parabenzene non esiste, o non è contenuto in tutti i campioni d'olio volatile di carbon fossile. Interessa alla scienza che la quistione sia risoluta. Noi crediamo che per dimostrare l'esistenza del barabenzene non basta estrarre con reiterate distillazioni un olio che bolla alla

(1) Mendéléef — *Comptes rendus de l'Académie*, T. LI, p. 97.

temperatura fissa di 119°,5, poichè sappiamo che un miscuglio di due liquidi può avere un punto fisso di ebollizione (1); bisognano altre prove. Bisognerebbe, a cagion d'esempio, preparare grandi quantità di solfo-parabenzenato baritico o altro sale dell'acido solfoparabenzenico, dividerlo in varie parti con ripetute cristallizzazioni frazionate, e ricercare se le varie parti hanno eguale solubilità. Egli è con un metodo analogo che Pasteur giunse a separare le due specie d'alcool amilico mischiate nell'alcool amilico ordinario, cioè separando con ripetute cristallizzazioni frazionate i due solfamilati sino ad avere *sali* di una costante solubilità. Applicando questo metodo ad un sale dell'acido solfoparabenzenico, impiegando quantità considerevoli, se è un miscuglio di solfo benzenato e solfotoluenato, probabilmente darà almeno uno dei due sali separato; se è un vero composto unico darà tante parti dello stesso sale dotate di caratteri identici, e così porrà fuori di dubbio l'esistenza del parabenzene. Il che vale ben la pena.

CANNIZZARO.



COMPARAZIONE DEL BENZENE OTTENUTO DALL'ACIDO SALILICO E DI QUELLO OTTENUTO DALL'ACIDO BENZOICO: S. CANNIZZARO.

Se è vero che esistono due benzeni che si riottengono inalterati dagli acidi copulati, è naturalissimo il sospetto che i due acidi isomeri benzoico e salilico sieno l'uno l'acido carbobenzenico e l'altro l'acido carboparabenzenico; e perciò nelle stesse condizioni nelle quali l'acido benzoico dà benzene, il salilico dà *parabenzene*. Difatto questo sospetto è stato fatto da Kolbe ed indicato nella Memoria che abbiamo sopra inserita; egli però non avendo sufficiente quantità d'acido salilico non fece l'e-

(1) Vedi *Annali di Poggendorff*, 1857 n° 5.

sperienza. Giudicando importante verificare tale fatto, ho preparato una sufficiente quantità d'acido salilico purissimo e sottoposi alla distillazione, in condizioni il più che è possibile eguali, due pesi eguali d'acido benzoico e d'acido salilico, ciascuno mischiato col triplo peso di calce. Ottenni così due campioni di benzene che, depurati egualmente, hanno caratteri identici, egual punto di fusione (5°,5) egual punto di ebollizione (80°,5). Bisogna dunque cercare in altro fatto la cagione dell'isomeria dei due acidi benzoico e salilico.



SULL' ACIDO ALFATOLUICO E SULL' ALDEIDE CORRISPONDENTE; RICERCHE PER SERVIRE ALLO STUDIO DEGLI ACIDI ISOMERI; DEL PROF. S. CANNIZZARO.

Nella Memoria sulla trasformazione del toluene in alcool benzoico ed in acido toluico (1) io ho fatto osservare che l'acido toluico prodotto dal cianuro di benzetile o toluene monocianico è più fusibile di quello descritto da Noad ed ottenuto coll' azione dell' acido nitrico sul cimene. I signori Moeller e Strecker (2) hanno ottenuto dalla decomposizione dell'acido vulpico per mezzo dell' idrato baritico un acido isomero ma non identico coll' acido toluico di Noad; a questo acido isomero essi hanno dato il nome di acido alfatoluico, ed hanno supposto che sia identico a quello ottenuto da me, scomponendo il cianuro di benzetile colla potassa. Io ho verificato questa supposizione. Ho perciò preparato due campioni di acido alfatoluico per mezzo di due campioni di cianuro di benzetile, di cui l'uno proveniva dall' alcool benzoico, l' altro dal toluene estratto dai prodotti della distillazione del litantrace. Non ostante che io ho descritto in questo Giornale la preparazione dell' acido alfatolui-

(1) *Nuovo Cimento*, II, 212.
(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, Gennaio 1860.

co col cianuro di benzetile, pure non è inutile esporre qui con maggiore estensione il metodo da me seguito. Ottengo il cloruro di benzetile C^7H^7Cl sia per l'azione dell'acido cloridrico sull'alcool benzoico ($C^7H^8O + HCl = C^7H^7Cl + H^2O$); sia per l'azione convenientemente limitata del cloro sul toluene C^7H^8. In questo ultimo caso, il prodotto deve essere rettificato più volte, raccogliendo quel che passa tra 170° e 182° per separare il toluene intatto e gli altri prodotti più clorurati di cui è quasi impossibile impedire la formazione. Non ostante le ripetute rettificazioni, il cloruro di benzetile preparato col toluene è sempre meno puro di quello preparato coll'alcool benzoico; ciò però non ha alcuna influenza sulla purezza dell'acido alfatoluico che se ne ottiene, purchè si sieguano le precauzioni che indicherò. Si fa bollire un miscuglio di un volume di cloruro di benzetile C^7H^7Cl, dieci volumi d'alcool a 0',80 e di un peso di cianuro di potassio un po' maggiore di quello indicato dall'equazione $C^7H^7Cl + KCy = C^7H^7Cy + KCl$ in un pallone al quale è annesso un refrigerante di Liebig disposto in modo che l'alcool condensato ricada nel pallone. Dopo 40 ore circa di ebollizione, si verifica, se aggiunta ad una porzione del liquido filtrato una soluzione alcoolica di cianuro di potassio e bollito il miscuglio, si formi più cloruro di potassio; nel caso che il miscuglio liquido resti limpido si è certi che la reazione è compita. Allora si filtra tutto il liquido alcoolico; si pone a distillare a bagno d'acqua salata la più gran parte dell'alcool; al residuo si aggiunge acqua; si precipita così un olio bruno che si può facilmente decantare dall'acqua soprastante. Quando l'olio non si separa bene, si agita il liquido con etere, si decanta la soluzione eterea che galleggia sull'acqua e si svapora l'etere; si ottiene così come residuo l'olio bruno limpido. Quest'olio è formato nella più gran parte di cianuro di benzetile e può essere sottomesso all'azione della potassa senza depurarlo per ottenere l'acido alfatoluico. Ma si agevolano le operazioni necessarie per depurare quest'acido se si sottomette il cianuro di benzetile ad una distillazione; si ottiene così allo stato di olio senza colore, limpido, che bolle a 230°, ed ha un odore nauseoso.

Nella distillazione del cianuro di benzetile greggio, si ot-

tiene nelle ultime porzioni una piccola quantità di materia bianca cristallizzata che è forse cianato di benzetile, formatosi per la presenza di un po' di cianato nel cianuro potassico impiegato. Resta nella storta una piccola quantità di materia resinosa bruna la quale è molto più abbondante, quando il cianuro di benzetile è stato preparato col toluene clorurato. Il cianuro di benzetile si mischia con dieci volte il suo volume di soluzione alcoolica di potassa e si aggiunge al miscuglio un po' di acqua sinchè cominci appena ad intorbidarsi. Si fa bollire per molte ore tale miscuglio in un apparecchio simile a quello sopra indicato in modo che l'alcool condensato ricada; si sviluppano torrenti d ammoniaca; quando tale sviluppo cessa nè ricomincia coll'aggiunta di un po' di potassa, la reazione è compita. Si distilla allora la più gran parte dell'alcool a bagno d acqua salata e sul residuo si aggiunge acqua, si suole così separare un po' di materia oleosa che si decanta. Se il liquido non resta limpido, si agita con un po d'etere che ne separa ogni materia oleosa sospesa. Il liquido limpido contenente un eccesso di potassa è alfatoluato potassico, si svapora un po' in una cassula per liberarlo dalle ultime traccie di alcool, si filtra se occorre, e mentre è ancor caldo, si precipita per mezzo di acido cloridrico l'acido alfatoluico il quale si separa allo stato oleoso; col raffreddamento si rapprende in masse cristalline, e quella parte che si depone dal liquido sotto 70° si separa in belle lamine. L'acido raccolto su di un filtro, lavato con un po' d'acqua e seccato tra carte si distilla e dopo si scioglie in una soluzione acquosa di barite; con acido carbonico si precipita l'eccesso di barite impiegata, e la soluzione bollente si filtra. Dalla soluzione del sale di barite si precipita l'acido che si fa cristallizzare due o tre volte nell'acqua bollente.

I due campioni di acido alfatoluico preparati con tale metodo, l'uno per mezzo dell'alcool benzoico, l'altro per mezzo del toluene, hanno tutti e due caratteri identici a quelli che Moeller e Strecker hanno descritto nell'acido alfatoluico proveniente dalla decomposizione dell'acido vulpico. Cristallizzano in sottili lamine iridate, fondono a 76°,5 al disotto di 100° incominciano ad emettere vapori irritanti e distillano senza alterazione a 265°,5.

Esistono dunque due acidi aventi la formula $C^8H^8O^2$; l'uno detto da Moeller e Strecker acido alfatoluico è stato ottenuto la prima volta da me per l'azione della potassa sul cianuro di benzetile, ed ultimamente dai due chimici sopracitati nella decomposizione dell'acido vulpico per mezzo della barite; l'altro era già stato preparato da Noad per mezzo dell'azione dell'acido nitrico sul cimene, $C^{10}H^{14}$.

L'esistenza dei due acidi toluici fa nascere il quesito seguente: quale dei due è il vero omologo dell'acido benzoico? Moeller e Strecker inclinano a credere che questo omologo sia l'acido alfatoluico per l'analogia delle proprietà che pare loro osservare tra esso e l'acido benzoico e per la reazione da cui proviene. Difatto si ammette generalmente che per mezzo del cianuro di un radicale alcoolico si ottenga l'acido della serie alcolica omologa superiore. Però non manca qualche fatto che sparge il dubbio almeno sulla generalità di tale legge. Wurtz (1) difatto ottenne col cianuro di amile un acido caproico dotato di potere rotatorio nello stesso senso dell'etere amilico adoperato, mentre che l'acido caproico estratto dai corpi grassi è del tutto inattivo sulla luce polarizzata; or tutto ci spinge ad ammettere che sia quest'ultimo il vero omologo all'acido valerico. Il sig. Becker (2) col cianuro di cetile ottenne un acido più fusibile dell'acido margarico; in questo caso però resta il dubbio se l'acido margarico estratto dai corpi grassi sia realmente unico acido o il miscuglio di due acidi palmitico e stearico come crede Heintz. Se esistesse l'alcool o almeno l'aldeide della serie toluica, noi potremmo risolvere il quesito, poichè dovremmo riguardare come l'omologo al benzoico quell'acido che risulterebbe dall'ossidazione dell'aldeide omologa alla benzoica. Ma della serie toluica non si conosce nè l'alcool nè l'aldeide. Ho perciò tentato di preparare quest'ultima seguendo il metodo per mezzo del quale Piria (3) giunse a convertire gli acidi benzoico cinnamico ed anisico nel-

(1) *Annales de Physique et de Chimie*, 3. série; T. LI (1857) p. 368.
(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, 1857, p. 209.
(3) *Nuovo Cimento*, T. 3, p. 126.

le aldeidi corrispondenti, ed ho così ottenuto l'aldeide corrispondente all'acido alfatoluico.

Ho distillato un miscuglio d'alfatoluato e di formiato di calce ed ho ottenuto un olio bruno; ho agitato quest'olio con una soluzione bollente di bisolfito di soda, una porzione di olio si discioglie, un'altra rimane galleggiante; mentre era ancor calda ho separata la soluzione bollente dall'olio che vi galleggia e l'ho lasciato raffreddare; ha così cristallizzato in lamine un composto di bisolfito di soda e dell'aldeide alfatoluica. Questo composto ben seccato tra carte è stato cristallizzato in un miscuglio di parti eguali d'alcool e d'acqua, ben seccato sotto una campana accanto dell'acido solforico e sottomesso all'analisi alla quale ha dato i risultati seguenti:

I°. $0^{gr},4795$ di materia calcinati coll'aggiunta in fine di un po' d'acido solforico hanno lasciato $0^{gr},153$ di solfato di soda.

II°. $0^{gr},378$ di materia calcinati hanno lasciato $0^{gr},120$ di solfato di soda.

III°. $0^{gr},738$ di materia bruciati col cromato di piombo hanno dato $0^{gr},274$ d'acqua e $1^{gr},152$ d'acido carbonico.

Da questi risultati deducendo la composizione centesimale, comparandola con quella dedotta dalla formula $\int NaH\Theta^{3}, C^{8}H^{8}\Theta$, si ha:

	Calcolo	Esperienza		
		I^a.	II^a.	III^a.
C^{8} —	42,85	.....	.....	42,57
H^{9} —	4,01	.....	.....	4,12
Na —	10,26	10,33	10,28	
$\int$ —				
Θ^{4} —				
	100,00			

Da questo composto col bisolfito di soda si può isolare l'aldeide alfatoluica come si fa ad estrarre le altre aldeidi dai composti analoghi. Difatto sciogliendo il composto nell'acqua e

versandovi una soluzione di carbonato sodico, agitando il liquido coll'etere, decantando la soluzione eterea e svaporandola, si ottiene come residuo una materia trasparente senza colore, vischiosa. Questa materia vischiosa bollita con una soluzione di bisolfito sodico non forma più il composto di prima, sottomessa alla distillazione dà sulle prime un liquido mobile senza colore che è men del quarto della materia messa nella storta; ed in questa rimane una sostanza resinosa che se si scalda più oltre, si scompone.

Il liquido passato alla distillazione si combina col bisolfito di soda, dando un composto che pare identico a quello che fu sottomesso all'analisi, e che come esso scomposto dà una materia vischiosa che alla distillazione si scinde in poco liquido ed in resina.

Questa maniera di comportarsi veramente differisce dal modo di comportarsi delle vere aldeidi omologhe alla benzoica, le quali tutte separate dal composto col bisolfito tornano a combinarvisi, nè per la sola distillazione si alterano. Pare invece che l'aldeide alfatoluica al momento di separarsi dal composto col bisolfito, subisce una modificazione che la rende inatta a tornarsi a combinare con esso; nella distillazione questa modificazione dell'aldeide alfatoluica ritorna in piccola parte allo stato in cui era prima ed in gran parte si muta in sostanza resinosa. Io mi propongo di studiare più accuratamente queste modificazioni che subisce l'aldeide alfatoluica, appena potrò disporre di una notevole quantità di essa. Sin d'ora però posso annunciare un altro fatto che conduce alla conclusione che essa non è l'omologo dell'aldeide benzoica.

Difatto l'aldeide benzoica, ottenuta per mezzo dell'acido, torna a dare per ossidazione l'acido da cui provenne, mentre che l'aldeide alfatoluica, ossidata per mezzo dell'acido nitrico, dà un acido che non è punto identico coll'acido alfatoluico da cui provenne. Pochi caratteri ho potuto sinora esaminare sulla piccola quantità di questo acido di cui ho potuto disporre. Io sottoporrò ad uno studio comparativo accurato l'acido ottenuto dalla ossidazione del cimene secondo le indicazioni di Noad, Se potrò disporre di una certa quantità di quest'ultimo acido, io mi propongo di prepararne l'aldeide per compararla

alla aldeide alfatoluica, poichè giudico di grande importanza il risolvere il quesito se i due acidi isomeri hanno realmente due aldeidi isomere. I chimici i quali sanno le difficoltà che si incontrano per ottenere notevoli quantità dell'acido toluico di Noad, e che sanno inoltre come col metodo di Piria (1) devono consumarsi notevolissime quantità d'acido per averne piccolissime quantità dell'aldeide corrispondente, spiegheranno il ritardo che deve subire una ricerca tanto importante.



SINTESI DELL'ACIDO SUCCINICO; MAXWEL SIMPSEN.

(*Proceedings of the R. Society*, T. x. p. 574).

Nel tomo IX di questo Giornale p. 190 è inserita la notizia che Wanklyn si occupava della sintesi dell'acido succinico con un metodo analogo a quello che l'aveva condotto alla sintesi dell'acido propionico; cioè col bisodio-eterene $C^2H^4Na^2$. e l'acido carbonico. Questa notizia fu ricavata da una lettera particolare dalla quale pareva che Wanklyn avesse cominciato ad ottenere il risultato previsto. Ma ulteriormente Wanklyn ha descritto tutti i suoi tentativi che sono falliti, non avendo potuto ottenere il bisodio-etilene.

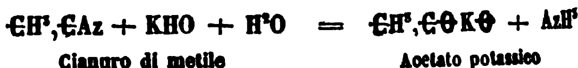
Se però non si riescì col metodo di Wanklyn, si è riescito alla sintesi dell'acido succinico coll'antico metodo dei cianuri, che conduce allo stesso risultato. Difatto



$$CH^3Na + CO^2 \quad = \quad CH^3CONaO$$

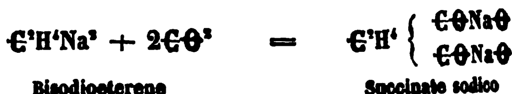
Sodio-metile — Acetato sodico

(1) Piria nella sua Memoria, tomo 5 p. 126, avverte come bisogna distillare poche quantità alla volta di sale di calce e formiato di calce e come il prodotto è molto inferiore a quello indicato dalla teoria.



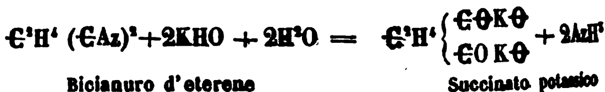
$$CH^3,CAz + KHO + H^2O = CH^3,COKO + AzH^3$$

Cianuro di metile — Acetato potassico



$$C^2H^4Na^2 + 2CO^2 = C^2H^4 \begin{cases} CONaO \\ CONaO \end{cases}$$

Bisodioeterene — Succinato sodico



$$C^2H^4 (CAz)^2 + 2KHO + 2H^2O = C^2H^4 \begin{cases} COKO \\ COKO \end{cases} + 2AzH^3$$

Bicianuro d'eterene — Succinato potassico

La reazione espressa dall'ultima equazione è stata ottenuta da Simpson. Egli ottenne il cianuro di eterene nel modo seguente. Scaldò a bagno-maria un miscuglio di bibromuro d'eterene $C^2H^4Br^2$ con cianuro di potassio 2KCy e di alcool in un apparecchio in cui l'alcool distillato ricada condensandosi. Compita la reazione, decantò il liquido alcoolico dal bromuro di potassio depostosi, svaporò l'alcool ed ottenne un residuo semifluido che filtrò a 100°; vi aggiunse cloruro di calcio e si separò così un olio rossastro che è il bicianuro d'eterene impuro, il quale si prende in una massa semisolida cristallina che fonde sotto 50°. Egli non l'ha depurato più oltre, ma tal quale lo sottopose all'azione della potassa in soluzione alcoolica, bollendo per più giorni. Quando cessò lo sviluppo d'ammoniaca, svaporò l'alcool e sul residuo aggiunse un eccesso d'acido cloridrico. Svaporò dolcemente sinchè si sono sviluppati vapori acidi; il residuo fu trattato con alcool, la soluzione alcoolica filtrata, svaporata a secchezza lasciò per residuo l'acido succinico impuro. Si sciolse nell'acqua, si aggiunse un po' di nitrato d'argento che precipitò un po' di cloruro restato che si separò colla filtrazione. Il liquido filtrato si saturò con ammoniaca, si aggiunse nitrato d'argento; si precipitò così succinato d'argento solubilissimo nell'acido nitrico e nell'ammoniaca. Dal sale di argento si tornò ad ottenere l'acido succinico puro che presentò tutti i caratteri di quello ottenuto con altri metodi. Si sublima col calore, è solubile nell'acqua, nell'alcool e nell'etere; sciolto e neutralizzato dà col percloruro di ferro un precipitato rosso bruno.

Questa importantissima esperienza conferma pienamente ciò

che Piria primo espose intorno alla costituzione degli acidi bibasici omologhi all'ossalico nel tomo III di questo Giornale pagina 145.

SOPRA ALCUNI PUNTI DELLA TEORIA DEI GENERATORI DI VAPORE; MEMORIA DEL PROF. GIOVANNI CODAZZA.

(Memoria dell'Istituto Lombardo 1861).

Mentre si vanno studiando le nuove macchine a cui diedero origine le nuove idee sulla teoria del calore, la generalità dell'industria trovò di doversi tenere ancora sulla via classica delle macchine a vapore ordinaria migliorata per tutti gli ultimi perfezionamenti. Non crediamo di essere troppo arditi asserendo che debba correre non breve tempo ancora, prima che le macchine fondate sui nuovi principii massime quelle le di cui parti siano esposte ad altissime temperature, possano introdursi largamente e con successo permanente nell'industria. Frattanto siccome l'economia del calore non si riscontra solo nell'uso del vapore, ma anche nella produzione di esso; così in questi ultimi tempi si rivolsero non solo le ricerche sperimentali ma anche gli studi teorici al perfezionamento dei generatori di vapore. Si hanno perciò i lavori di Béde, Redteubacher, Weisbach, Zecuser, Noeggerath, Weiss ed altri ed ultimamente la Memoria del chiarissimo Professore Giovanni Codazza che non solo accoglie e coordina i risultati conosciuti, facendoli dipendere a un'analisi generale e uniforme ed offre dimostrazioni teoriche generali di fatti sperimentali conosciuti, ma arriva altresì parecchie conseguenze non prima avvertite. Noi offriremo in unto le principali leggi generali dimostrate o desunte dall'Aure nel suo lavoro rimandando il lettore alla Memoria originale per ciò che riguarda l'analisi matematica che lo ha contto a quelle leggi.

È diviso il lavoro in due capi: nel primo espone le leggi

generali sulla propagazione del calore attraverso le pareti delle caldaje; nel secondo i criteri pratici desunti dalle dette leggi e relativi ai diversi tipi di generatori di vapore.

Comincia l'Autore ad esporre le leggi della trasmissione del calore da un fluido stagnante ad un altro a temperature diverse, attraverso una lastra metallica di figura qualunque che li separi, chiusa però fra superficie parallele.

Ecco le principali leggi dimostrate:

a) *La trasmissione di calore attraverso una lastra data è nella ragione composta della differenza di temperatura dei fluidi a contatto con essa e di un coefficiente (coefficiente di trasmissione) che riesca definito per ogni lastra data e dipende dalle condizioni fisiche e geometriche di essa.* Questo coefficiente di trasmissione è formato coi coefficienti di conducibilità esterna delle due faccie delle lastre e con quello di conducibilità interna di essa.

b) *Se la lastra ha uno spessore piccolissimo rispetto all'estensione superficiale, la trasmissione di calore attraverso di essa è indipendente dalla sua forma.* Quando non sia soddisfatta la condizione precedente, l'influenza delle forme si manifesta. Applicando le formule generali a tre casi particolari si desume che

c) Usando tre lastre di forma diversa per trasmettere colore (piana, cilindrica, sferica) poste eguali le altre condizioni ed eguali i raggi interni delle ultime due *il vantaggio che si ottiene adoperando la lastra sferica in vece della piana è doppia di quello che si otterrebbe adoperando la cilindrica in vece della piana stessa.* Questo vantaggio è *nella ragione composta diretta dello spessore della lastra ed inversa del raggio interno di essa.*

d) Considerando poi l'espressione del coefficiente di trasmissione in relazione ai coefficienti di conducibilità interna ed esterna se ne deduce che

e) *Per le lastre di materia conduttrice*, come le lastre metalliche in uso pei generatori di vapore *la trasmissione dipende essenzialmente dallo stato delle loro superficie e non dal loro spessore*. È invece *in ragione reciproca dello spessore la trasmissione attraverso lastre di materia poco conduttrice.*

Trattò in seguito l'Autore il caso della trasmissione del calore attraverso un numero qualunque di strati ed osservò che essa avviene colla stessa legge con cui avviene attraverso una lastra omogenea, non variando che il coefficiente di trasmissione che riesce formato coi coefficienti di conducibilità interne ed esterne di tutti gli strati.

Passa in seguito l'Autore a considerare due fluidi a temperatura diversa chiusi in spazii separati da una lastra sottile foggiata a superficie canale qualsivoglia, e *la trasmissione del calore dall' un fluido caldo in movimento e quindi a temperatura variabile lungo il suo tragitto, all' altro a temperatura minore, attraverso la lastra di separazione* nei tre casi distinti: 1°) *che il fluido da scaldare abbia in ogni istante eguale temperatura in ogni punto dello spazio che occupa, ovvero* 2°) *che abbia una temperatura variabile maggiore in quelle sezioni trasversali del sistema in cui è minore la temperatura del fluido scaldante, o finalmente* 3°) *che il fluido da riscaldare abbia temperatura variabile maggiore in queste sezioni trasversali in cui è maggiore la temperatura del fluido scaldante.*

A questi tre problemi teorici corrispondono i tre casi pratici di generatori di vapori in cui l'acqua non ha circolazione (di sistema senza circolazione), di generatori in cui l'acqua circola nello stesso verso in cui circolano i gaz riscaldanti (sistema a circolazione diretta) e di generatori in cui l' acqua circola movendosi in senso opposto a quello di cui circolano i gaz riscaldanti (sistema a circolazione reciproca) appartengono al primo sistema le caldaje cilindriche semplici, le tubolàri ec. al secondo le caldaje di Albanet ed all'ultimo quelle di Fairbairn, di Favrot, di Henschel ed altre.

Applicando l' analisi a questi tre distinti casi determinò equazioni finite che legano l'estensione della superficie di riscaldamento colle temperature iniziali e finali dei due fluidi fra cui avviene la trasmissione di calore ed arrivò anche alle seguenti leggi:

a_1) La trasmissione di calore attraverso una sezione trasversale di superficie di riscaldamento, nel sistema senza circolazione, *decresce nella regione di una esponenziale di cui l' indice* è *la distanza che ha quella sezione dall' origine della su-*

perficie dove arrivano i gaz colla loro temperatura iniziale, misurata questa distanza sulla direttrice del movimento di questi. Questa proprietà chiarisce *la convenienza di ottenere una determinata estensione di superficie di riscaldamento aumentando piuttosto le dimensioni trasversali che le longitudinali di essa.*

b_1) Nel sistema a circolazione diretta *la temperatura finale del fluido riscaldato è sempre minore della temperatura finale del fluido riscaldante.*

c_1) Nel sistema a circolazione reciproca, si può ottenere come limite teorico *che la temperatura finale del fluido riscaldato riesca eguale a quella iniziale del fluido riscaldante.* Questa proprietà dimostra la grande convenienza di questo sistema.

Nel secondo capo applica l'Autore queste leggi allo studio teorico delle condizioni costrattive dei generatori di vapore che sono classificati fra i tre sistemi suddetti e corrobora le sue deduzioni con calcoli numerici da cui si desume un mirabile accordo fra i risultati assegnati dalle sue formule teoriche e quelli ottenuti colle più accurate e accreditate esperienze. Noi non seguiremo l'Autore in questa seconda parte del suo lavoro in tutte quelle considerazioni pratiche di costruzione. Non possiamo però dispensarci dal registrare alcune delle conseguenze teoriche a cui fu condotto, le quali entrano nel campo della fisica generale. Ci limiteremo alle seguenti.

Si denomini, *produzione unitaria* di vapore tanto la quantità che si ottiene *per ora* e *per metro* quadrato di superficie di riscaldamento, che quella che si ottiene colla combustione dell'unità di peso di combustibile, comunque l'una non sia rappresentabile dall'altra. In tali casi, correggendo un errore numerico che si riscontra nella Memoria si ha che *la produzione unitaria di vapore aumenta o diminuisce colla temperatura della vaporizzazione, facendo che la temperatura dell' acqua di alimentazivne è superiore od inferiore a tre decimi di essa temperatura di vaporizzazione* (1).

(1) Questo risultato si desume dalla prima delle (7) Cap. II. ponendo in luogo di c l'espressione $\gamma + \delta t - \theta$ in cui γ e δ hanno i valori (10) come pure si desume dalla successiva (18) ponendo però per δ il suo valore desunto dalla (10). Nella memoria fu scambiato il valore di δ con quello di $1 - \delta$ e quindi è mestieri correggere i *sette decimi* enunciati in essa in *tre decimi*.

Il sig. Redtenbacher nella sua pregevolissima opera *Gosetze des lokomotiv — Banes*, dimostrò per le caldaje delle locomotive che la quantità di calore trasmessa in caldaja dipende solo dalla estensione della superficie totale di riscaldamento e non dalle estensioni relative delle due pareti di essa, diretta ed indiretta. L' Autore sottopone ad esame rigoroso questa proposizione applicata al sistema senza circolazione. Egli trovò che la detta legge è perfettamente attendibile per le caldaje per cui fu proposta e con sufficiente approssimazione è accettabile anche per le altre dello stesso sistema.

Difatti denominando q la quantità di calore trasmesso attraverso la superficie totale quando si tenga conto dell' influenza della superficie diretta, e q' quando non si tenga conto di questa influenza, poste tutte le altre circostanze eguali, si ha il rapporto $\frac{q-q'}{q}$ compreso fra 0,005 e 0,07 corrispondendo il primo limite alle caldaje delle locomotive e l' ultimo alle caldaje marittime nelle quali si dà un grande sviluppo alla superficie diretta portandola fino ad $\frac{1}{4}$ della totale. Offre in seguito l' Autore un criterio analitico preventivo per giudicare la convenienza di estendere più o meno la superficie diretta nei diversi casi, in relazione alla potenza vaporizzante od al consumo di combustibile.

Come risultato di questa indagine certa confermato che il vantaggio di estendere la superficie direttamente esposta al fuoco è così piccolo in ogni caso che a ragione i buoni pratici si preoccupano solo delle dimensioni del focolajo strettamente occorrenti ad ottenere una buona e completa combustione della quantità di combustibile proporzionata alla prestazione della caldaja.

Introduce in seguito l' Autore le dimensioni di un generatore di vapore efficaci a rappresentare l' attitudine che esso ha di utilizzare una frazione più o meno grande del calore svolto dalla combustione e *potenza vaporizzante* per indicare l' attitudine che ha un determinato generatore a produrre una quantità più o meno grande di vapore per ora e per metro quadrato di superficie. Più specificamente rappresentando con C la quantità di calore svolta dalla combustione, e con C' la quan-

tità che è utilizzata entro il generatore rappresenta $\frac{C'}{C}$ l'efficacia di questo, e se P è il numero di chilogrammi di vapore prodotto per ora dalla superficie totale, n il numero di metri quadrati di sua superficie è $\frac{P}{n}$ la potenza vaporizzante.

Trovate le espressioni di queste quantità in funzione degli elementi costruttivi del generatore e delle quantità da cui dipende la combustione, assegna l'Autore tanto *la temperatura finale del fumo quanto i rapporti fra la superficie di riscaldamento ed il consumo di combustibile*, ovvero la produzione di vapore in funzione dell'efficacia del generatore. In questa discussione egli è condotto alle seguenti leggi:

a_1) *Il sistema della combustione lenta è il più economico*; con che resta risolta teoricamente una quistione agitata fra i pratici sul vantaggio di una lenta o rapida combustione.

b_1) Purchè il forno sia adatto alla qualità e quantità del combustibile da ardere *non vi è differenza sensibile, usando un combustibile piuttosto che un altro* nell'economia di esso.

c_1) *La temperatura finale del fumo corrispondente ad una efficacia determinata è indipendente dal metodo di riscaldamento. Essa dipende dalla temperatura del combustibile e non dalla quantità di esso che si abbrucia.*

Passa in seguito l'Autore a considerare i sistemi a circolazione diretta e reciproca. Avverte egli che ogni apparecchio a circolazione si può considerare come un sistema complesso, composto ciascuno di due parti, l'una a circolazione, l'altra senza circolazione. Nella parte a circolazione l'acqua di alimentazione entra fredda nella caldaja e va elevando la sua temperatura fino al punto di vaporizzazione: nella rimanente porzione l'acqua vaporizza mantenendo quindi costante la sua temperatura. A queste parti distinte del sistema corrispondono necessariamente tronchi distinti di superficie di riscaldamento. Denominando iniziale quello di essi che è più prossimo al focolajo, finale l'altro, si presentano i due casi che alla porzione del sistema che è a circolazione corrisponda l'uno o l'altro di questi tronchi.

Da una analisi accurata di questi diversi casi è l'Autore

condotto alle relazioni che legano le temperature iniziali e finali dei fluidi scaldanti e del fluido scaldato, l'estensione della superficie di riscaldamento non che l'efficacia e la potenza vaporizzante del generatore. Si desumono da esse le seguenti leggi:

a_3) *Nei sistemi a circolazione diretta* è più vantaggioso il far sì che *alla porzione a circolazione corrisponde il tronco iniziale* di superficie di riscaldamento.

b_3) Nei sistemi a circolazione reciproca invece è più vantaggioso il far si che *alla porzione a circolazione corrisponda il tronco finale* di detta superficie.

c_3) *Il sistema a circolazione diretta è meno vantaggioso, e quello a circolazione reciproca è più vantaggioso del sistema senza circolazione.*

Quest' ultima legge quantunque contradetta da alcuni risultati numerici ottenuti dal sig. Weiss nella sua Memoria *Theoretisches veber die form der Dampfkessel* è qui dimostrata con un' analisi rigorosa. L' Autore avverte in una nota che la divergenza di risultati proviene da ciò che il sig. Weiss adottò la legge di Watt per esprimere il calore di vaporizzazione, che non può essere accettata che come approssimativa, mentre egli introdusse a tale uopo la media fra i risultati dati dalla formola desunta dalle esperienze di Regnault e da quella desunta dalla teoria di Clausius. Un ultimo articolo di questo capo viene dall' Autore consacrato allo studio dei condotti del fumo. Può dirsi questa una trattazione analitica completa dell' argomento.

Comincia l' Autore partendo dalla legge dimostrata nel Capo I. e da noi ricordata (alla lettera a_1) e da considerazioni fisiche e meccaniche speciali a combattere la pratica di tormentare i condotti del fumo conducendolo e riconducendolo attorno della caldaja, invece di aumentare addirittura per quanto è possibile le dimenzioni trasversali della superficie di riscaldamento.

Passando in seguito a discutere più specialmente la forma di questi condotti, comincia a desumere dai principii della teoria dinamica del calore la convenienza che il fumo li percorra con velocità costante e quindi lo svantaggio della pratica attuale di farli a sezione costante. Determina quindi la legge di

variazione delle sezioni dei condotti, perchè si verifichi la detta condizione del movimento del fumo con velocità costante. È giunto con ciò l'Autore alle seguenti conseguenze:

a,) *La detta legge è rappresentata da un' equazione esponenziale che lega le aree delle sezioni trasversali dei condotti colle loro distanze dall' origine di essi.*

b,) *Quando il profilo longitudinale della caldaja è rettilineo* (caldaje cilindriche) *ed il condotto sia limitato da una superficie canaloide, il profilo longitudinale di questa è una logaritmica che ha per asintoto una parallela al profilo longitudinale della caldaja.*

c,) *La legge geometrica che governa la forma dei condotti del fumo è la stessa per tutti e tre i sistemi.*

d,) *Poste le altre circostanze eguali, ed eguali le distanze dall' origine, i sistemi a circolazione diretta richiedono sezioni di condotti maggiori che i sistemi senza circolazione e questi sezioni maggiori che i sistemi a circolazione reciproca.*

e,) *L' influenza della natura del sistema sull' ampiezza delle sezioni equidistanti dall' origine è tanto più grande quanto è più piccolo l' arco di profilo trasversale di caldaje compreso nel profilo trasversale del condotto.*

Passò in seguito l' Autore a calcolare la quantità di calore consunta (convertita in lavoro) nel vincere le resistenze al movimento del fumo entro le due specie di condotti, a sezione costante, ovvero *a velocità costante* e trovò che *la quantità di calore consunto nel caso dei condotti a velocità costante, poste le altre circostanze eguali è meno di un quinto* della analoga quantità di calore consunto nel caso di condotti a sezione costante.

Assegna per ultimo l' Autore formole opportune entro limiti determinati a calcolare l' ampiezza della sezione di scarico del fumo e quindi della sezione del camino le quali formole conducendo ad una approssimazione non minore di quella che si ottiene colla formola di Poclet si prestano più facilmente al calcolo numerico.

CONTRATTI.

FINE DEL XIII. VOLUME.

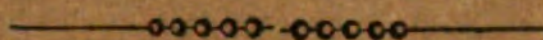
INDICE

MEMORIE ORIGINALI

TRADUZIONI ED ESTRATTI



PATTI D'ASSOCIAZIONE



1° Del Nuovo Cimento si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, corredati di un' indice.

3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

4° Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:

Per tutto il Regno Italiano, franco fino al destino, Lire Italiane 16. 80

Per gli altri Stati fuori d'Italia, come sopra . . . . . . » 25 —

5° Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento dovrà farsi per semestri anticipati, cioè una metà a tutto Gennajo, ed un'altra a tutto Luglio di ciascun anno.

6° Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intiera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.

7° Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.

8° Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla Direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intiera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prezzo di associazione.

La compilazione del Nuovo Cimento si fa a Torino ed a Pisa nel tempo stesso, dal Prof. R. Piria per la Chimica e le Scienze affini alla Chimica; dal Prof. C. Matteucci per la Fisica e per le Scienze affini alla Fisica. L'amministrazione, la stampa e la spedizione sono affidate alla Tipografia Pieraccini a Pisa. *Giuseppe Frediani* è il Gerente.

Per conseguenza le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti, ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno esser dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente *G. Frediani — Tipografia Pieraccini*.

Le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici ed altri stampati riguardanti la Chimica dovranno dirigersi, *franchi di Posta*, a Torino — *Al Prof.* R. Piria.

Finalmente le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici e gli altri stampati di argomento spettante alla Fisica dovranno essere diretti, *franchi di Posta*, a Pisa — *Al Prof.* C. Matteucci.

Le associazioni si ricevono dai seguenti

Torino — G. B. Paravia e Comp.
Firenze — G. P. Vieusseux.
Pietrasanta — Fratelli Bartalini.
Roma — Gio. Francesco Ferrini.
Bologna — Marsigli e Rocchi.
Modena — Carlo Vincenzi.
Reggio di Modena — Stefano Calderini.
Parma — Giovanni Adorni.
Milano — Gaetano Brigola.
Venezia — Gaetano Brigola
Trieste — Colombo Coen.
Napoli — Giuseppe Dura, Strada di Chiaja N. 10.
Messina — Antonio di Stefano.
Parigi — Mallet-Bachelier, Quai des Augustins, 55.
Vienna — Braumüller.

IL NUOVO CIME

GIORNALE DI FISICA, (
E STORIA NATURAL.

DIRETTORI

C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G MENEGHINI

COLLABORATORI

S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA
G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI
P. E P. SAVI, Q. SELLA, C. STUDIATI

COLLABORATORE E REVISORE
S. FORTI

Tomo XIV.

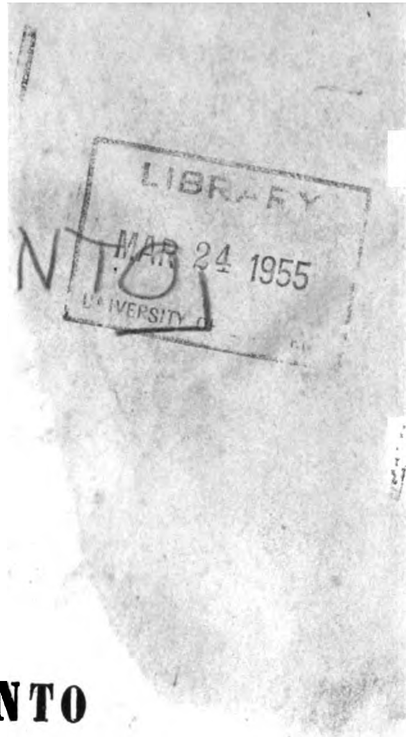
LUGLIO E AGOSTO

(Pubblicato il 12 Settembre 1861)

1861

TORINO
[illegible] TIPOGRAFI-LIBRAI
C. B. PARAVIA E C.

PISA
PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
[illegible]



IL NUOVO CIMENTO

ANNO VII.



IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

DIRETTORI

C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G. MENEGHINI

COLLABORATORI

S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA
G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI
P. E P. SAVI, Q. SELLA, C. STUDIATI.

COLLABORATORE E REVISORE

A. FORTI

Tomo XIV.

1861

TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
F. PIERACCINI

SULL' ASCENSIONE DELLE SOSTANZE SOLUBILI NEL SUOLO, E CONSIDERAZIONI RELATIVE; MEMORIA DI EGIDIO POLLACCI PROFESSORE DI CHIMICA FARMACEUTICA NELLA UNIVERSITA' DI SIENA.

L' oggetto di questa Memoria è quello di provare che le sostanze solubili esistenti negli strati inferiori del suolo, salgono tutte e regolarmente alla di lui superficie; che giunte alla superficie, le volatili si disperdono, e le fisse vi rimangono fino a che la pioggia non le faccia più o meno rientrare nella terra.

Si ritiene oramai dai più come provato che la terra venendo d'alto in basso traversata dall'acqua, mentre non perde molti de' suoi principii fertilizzanti, gode la proprietà di fissare alcuni di quelli che il detto liquido potesse contenere. Noi però eravamo ancor ben lungi dal credere che l'acqua stessa, scesa limpida e pura negli strati più profondi del terreno, risalendo per capillarità, dovesse servire come di carro alle materie solubili che incontra, traendole seco e concentrandole nello strato superiore del suolo. I resultati delle ricerche da noi istituite mostreranno, speriamo, la verità di questo principio, il quale ci appare importante e meritevole di attenzione, non tanto per le molte spiegazioni ed applicazioni cui può dar luogo, quanto perchè ha in sè l'impronta della più lata generalità.

Collocando verticalmente in un piattino da caffè contenente dell'acqua stillata una colonnetta di tufo asciutto alta 20 centimetri ed avente la circonferenza di circa 10, il liquido vi sale gradatamente e con una certa rapidità fino a raggiungere l'estremo superiore del tufo. Fin qui non vi è nulla di nuovo da notare. Però, se invece d'acqua pura adoprasi un soluto

di nitrato di potassa, anche il sale aggiunto è condotto dall'acqua negli strati più elevati della terra. Lasciando che la terra abbia attratto tutto il liquido salino, avendo quindi la precauzione di rimpiazzarlo con acqua pura, in modo che la capillarità si mantenga in azione per un certo tempo, il nitrato può esser riunito presso che intieramente nello strato superiore del tufo. Dunque il composto disciolto nell'acqua non resta condensato negli strati inferiori della colonna tufacea, come parrebbe dovesse accadere, ma sale, vincendo il proprio peso specifico non che la facoltà assorbente della materia porosa.

Un fenomeno della stessa natura osservasi comunemente su quei muri che trovansi in comunicazione con terreni umidi e ricchi di sali solubili. Il sale passa per mezzo dell'acqua dalla terra nel muro, sale fino ad un certo punto producendo più tardi sulla parete delle rifioriture saline. Trattandosi di sali deliquescenti, come sarebbero il nitrato di calce ed il cloruro calcico, in luogo delle efflorescenze, si hanno delle macchie d'umido persistenti e pur difficili ad esser tolte.

L'innalzamento delle materie disciolte ha luogo poi giornalmente nei laboratorii di chimica, dove si hanno sempre vasi con soluzioni saline. L'acqua si evapora e il sale si depone sulle pareti del vaso; la soluzione rimanente sale allora facilmente fra il sale e la parete di guisa che la deposizione si estende e s'inalza fino sugli orli del recipiente. Avendo la precauzione di rimpiazzare il liquido che monta con acqua pura, puossi facilmente riunire tutto il corpo disciolto (purchè non deliquescente) sull'orlo del vaso che lo conteneva.

Noi abbiamo posto in capsule e crogiuoli di porcellana della soluzione acquosa di prussiato rosso di potassa; il sale, scorso il tempo necessario, si è inalzato ed ha prodotto sull'orlo dei vasi delle arborescenze con diramazioni graziosissime; il borato di soda, contenuto in crogiuolo di porcellana, è salito ed ha formato sull'orlo un'efflorescenza; anche il prussiato giallo è salito facilmente per una campanetta di vetro; il solfato potassico posto in capsula di vetro si è riunito sull'orlo della medesima; lo stesso, ed anche con maggior sollecitudine e nettezza, ha fatto il carbonato di soda; il nitrato sodico finalmente contenuto in un tubo di porcellana biscotta

chiuso ad uno de' suoi estremi, si è tutto riunito nella parte superiore, formando un' efflorescenza sì abbondante, da chiudere presso che intieramente la bocca del tubo stesso.

Tuttavia i resultati di cosiffatte esperienze non sarebbero sufficenti a stabilire il principio da noi citato; perciò scenderemo a prove più concludenti, per dimostrare che la nostra proposizione è vera realmente.

Nella parte media del fondo di N. 4 vasi da fiori, di uguale capacità, abbiamo aggiustato altrettanti tubi di vetro lunghi ciascuno 35 centimetri ed aventi un diametro di circa tre. L'estremità superiore dei tubi, trovavasi in livello al fondo del vaso. Stuccate con gesso le fessure esistenti intorno ai tubi abbiamo accomodato i vasi su dei sostegni di legno nel modo presso a poco indicato dalla *figura* 1. *Tav. VI.* Il che fatto, ponemmo sull'apertura superiore di due dei detti tubi un setto rado di crino, adattammo poi alla bocca o estremo inferiore degli altri due e a guisa di ditale, un sacchettino di tessuto di canapa, che venne esattamente fissato con dello spago. I quattro vasi così montati furono ripieni con peso uguale di terra della stessa natura, con l'avvertenza di fare scendere nei tubi a sacchetto la parte della terra più sottile e più uniformemente divisa, indi ponemmo in ciascun vaso due semi di fava, i quali convenientemente assistiti, nacquero tutti. Ciò accadeva ai primi di Ottobre del 1860. Il 10 Aprile del 1861 le pianticelle erano in fiore ed in istato mediocremente prospero, benchè viventi in terra tufacea e piuttosto sterile. In questo stesso giorno la parte inferiore dei tubi ripieni di terra fu introdotta separatamente in due campanette di vetro, delle quali una ripiena di pozzo-nero allungato con acqua, e l'altra ripiena d'acqua pura. La *fig.* 2 dà un'idea dell'apparecchio. Nell'acqua pescava pure uno dei tubi vuoti mentre l'altro fu lasciato in comunicazione con l'aria.

Da questo momento le piante non vennero più annaffiate; solamente rimpiazzavasi il liquido delle campanette mano a mano che andava diminuendo. Otto giorni più tardi, che vuol dire il 18 Aprile, le piante de' due vasi a tubo vuoto di terra erano già morte, com'è naturale, per mancanza d'acqua. Ciò mostra che l'acqua ricevuta dalla terra contenuta nel vaso, il

cui tubo pescava nell' acqua fu in proporzione insignificante, inquantochè le piante de' due vasi morivano contemporaneamente.

Le piante de' due altri vasi si mantennero fresche e continuarono a vegetare, con questa differenza però, che quelle del vaso a tubo pescante nell' acqua, attesa la magrezza della terra non svilupparonsi maggiormente, nè portarono frutto alcuno, mentre le altre esistenti nel vaso a tubo immerso nel pozzo-nero si fecero di più in più rigogliose e portarono diversi baccelli a maturità.

Da questo resultato s' intende facilmente, che la forza di capillarità ha fatto salire per la terra, e fino almeno alle radici della pianta, non solamente l' acqua del pozzo-nero, ma anche i principii fertilizzanti da essa tenuti sciolti; diversamente non sarebbesi verificata tanta differenza fra le parti vegetanti ne' due vasi. Quindi l' acqua è per le piante sorgente d' alimento, non tanto per gli elementi che la compongono quanto per le sostanze cui serve di solvente e che seco trasporta per capillarità.

Seguitiamo ad esporre i resultati della esperienza. Pongasi, per esempio, sul fondo di una capsula di vetro o di porcellana un tubo di cristallo nella maniera presso a poco indicata dalla *figura* 3, lo si riempia di terra da campo, e quindi si versi nella capsula *a* della soluzione diluita di nitrato di soda, in quantità un po' maggiore di quella che sarebbe necessaria a inzuppare la terra. Il liquido sale alla superficie della terra, da dove si innalza nell' aria, per evaporazione. Una volta attratto tutto il liquido dalla capsula, ascende e si evapòra pur quello contenuto nella terra del tubo, cosicchè in ultimo non rimane che la terra asciutta. Osservando allora la superfice *b* della terra stessa, vedesi ricoperta da una florescenza salina, la quale, analizzata, trovasi costituita quasi per intiero da nitrato sodico (1).

Si comprende dunque qui pure che la materia salina è stata condotta nello strato superiore della terra. Questo resultato ci ha invogliato a fare delle ricerche meglio determinate.

Si è preso a tal uopo 12 tubi di cristallo aventi un dia-

(1) Col nitrato di potassa l' esperienza riesce assai meglio.

metro di 4 centimetri e 15 di lunghezza, li abbiamo posti sul fondo di altrettante capsule (*vedi fig.* 3.) di vetro, e sonosi poi ripieni intieramente di terra seccata al sole e passata in precedenza attraverso un crivello piuttosto fitto. La terra era arabile, calcarea, tinta in giallo-rossastro da ossido di ferro, leggiera, e però facilmente permeabile all' acqua. Preparate da altra parte 12 boccette, abbiamo in ciascuna introdotto un decilitro d' acqua piovana; quindi si è gettato nella 1. grammi 0,50 di ioduro potassico, nella 2. un peso uguale di nitrato di potassa, nella 3. di nitrato di soda, nella 4. di cromato di potassa, nella 5. di bicromato di potassa, nella 6. di fosfato ordinario di soda, nella 7. di solfato d' ammoniaca, nell' 8. di nitrato di calce, nella 9. di prussiato giallo di potassa, nella 10. di carbonato di potassa, nella 11. di fosfato di potassa, e nella 12. di bicarbonato di potassa.

Compiuta la soluzione di queste sostanze, si è versato separatamente il liquido delle 12 bocce nelle 12 capsule rispettive; i soluti salirono quasi intieramente e con facilità fino allo strato superiore della terra.

Le nostre ricerche si effettuavano in luogo aperto e piuttosto caldo, dove l' evaporazione alla superficie della terra era facilitata, cosicchè anche le piccole porzioni di liquore rimasto nelle capsule furono in appresso dalla terra attratte con certa rapidità.

Nelle capsule rimaste asciutte, versammo piccola quantità d' acqua stillata, procurando aggiungerne nuove porzioni di mano a mano che essa era attratta dalla terra.

Stata così in atto la forza di capillarità per circa 12 giorni, lasciammo quindi che la terra dei tubi si fosse quasi intieramente disseccata. Già osservando la superficie della terra, e particolarmente quella corrispondente tanto al nitro, alle sostanze colorate, che efflorescenti, vedevansi benissimo che i sali erano saliti; tuttavia per meglio assicurarcene e conoscere come si fossero distribuiti nella colonna della terra stessa, si divise con dei segni l' altezza dei 12 tubi in 15 parti uguali, e perciò corrispondente ciascuna ad un centimetro. Il che fatto, abbiamo tolto da uno dei tubi, incominciando dalla parte superiore, il primo centimetro di terra, poi il secondo,

il terzo, il quarto e così di seguito fino all'ultimo o quindicesimo, avvertendo di porre ciascuna porzione o volume uguale di terra in recipienti separati. Riprese dipoi le diverse porzioni di terra, sono state destinate, una alla volta, per la determinazione quantitativa della materia salina che fu sciolta nel primo liquido dalla terra stessa assorbito.

Ciò che si è detto per la terra di questo tubo è stato esattamente ripetuto per quella di tutti gli altri. Il quadro che segue mostra i resultati di tali esperienze. Sono essi esposti secondo l'ordine con che venne estratta la terra dai tubi, incominciando cioè dallo strato superiore e progressivamente scendendo fino all'ultimo.

Joduro di potassio	Nitrato di potassa	Nitrato di soda	Cromato di potassa	Bicromato di potassa	Fosfato di soda	Solfato d'ammoniaca	Nitrato di calce	Pruss°. giallo di potas.	Carbonato di potassa	Fosfato di potassa	Bicarbonato di potas.
gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
0,38	0,44	0,40	0,40	0,39	0,30	0,42	0,35	0,40	0,35	0,30	0,38
0,06	0,07	0 06	0,06	0,05	0 08	0,08	0,08	0,05	0,06	0,08	0,09
0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02
0,01	»	0,01	»	»	0,02	»	0,02	0,01	0,01	0,01	»
»	»	»	»	»	0,01	»	1,01	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	0,01	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	0,01	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0,48	0,53	0,48	0,48	0,45	0,43	0,51	0,51	0,48	0,45	0,42	0,49

OSSERVAZIONI

Le perdite verificate sono probabilmente da attribuirsi alle decomposizioni avvenute fra le materie adoprate e gli elementi componenti la terra; e l'aumento alle sostanze (nitrato di potassa, nitrato di calce e solfato d'ammoniaca) preesistenti nella terra stessa.

Da questo prospetto emerge chiaro che tutte e 12 le sostanze saline sonosi riunite presso che intieramente nello strato superiore della terra. Se noi avessimo fatta agire per qualche altro giorno la forza di capillarità, anche le piccole porzioni di materia rimaste negli strati sottostanti avrebbero compiuto regolarmente la loro ascesa, come è sempre avvenuto in altre esperienze fatte a questo proposito.

Vuolsi qui frattanto notare, che la velocità con che salgono i corpi disciolti non è in ogni caso la stessa; il grado di temperatura, la forma e altezza dei vasi, la qualità della terra, la rendono sommamente variabile. Così nella terra tenace e compatta l' ascesa ne è assai lenta, mentre in quella ben porosa e permeabile è oltremodo rapida. Ciò però non toglie nulla alla regola generale, la quale conduce sempre alla conclusione *che tutte le sostanze solubili salgono per la terra.*

Si rifletta frattanto alle parole *sostanze solubili,* a ciò non vengano male interpetrate. Esse non alludono già a tutte quante le materie solubili nell' acqua, ma a quelle bensì che conservano la solubilità dopo essere state mescolate alla terra; imperocchè è naturale che le sostanze non ponno salire inalterate, quando nel traversare la terra soffrono delle scomposizioni. Gli acidi minerali, diversi sali, ed anche (ma non sempre) l' ammoniaca sono di questo numero. In tali casi passano invece i prodotti della scomposizione purchè questi sieno solubili.

E perchè l' ammoniaca non sempre si altera? La risposta sta nei resultati delle prove seguenti.

Accomodati due tubi nel modo indicato dalla *figura* 3, uno è stato ripieno con della terra arabile ma tufacea ed assai magra, l' altro con terra da orto; quindi in ciascuna capsula si è gettata in quantità sufficente dell' acqua ammoniacale avente reazione decisamente alcalina. Il liquido è salito con facilità. Pressata leggermente la carta di curcuma sulla superficie umida delle due terre, quella tufacea non ha cambiato menomamente il color della carta, mentre la terra d' orto l' ha decisamente arrossata, e l' arrossamento si è dileguato riscaldandola. Coperta anche la bocca dei due tubi con un disco di questa stessa carta precedentemente inumidita, il disco corrispondente alla terra d' orto si arrossò conservando questo colore finchè la

terra non fu disseccata dovecchè il colore dell' altro disco mantennesi perfettamente inalterato.

Però, osservando ad esperienza compiuta le due terre, alla superficie di quella tufacea venneci fatto di scorgere una efflorescenza salina la quale mancava affatto nell' altra. La efflorescenza constava quasi intieramente di puro solfato d' ammoniaca. Dietro questo resultato non esitammo a credere, che il sale ammoniacale dovesse derivare dalla scomposizione avvenuta fra i solfati esistenti nella terra tufacea, e l' ammoniaca adoprata. Di fatti, analizzate separatamente le due terre, quella tufacea si mostrò ricca di solfato di calce, mentre l' altra d'orto non dette alcun segno di contenerne. Aggiunto, a porzione di quest' ultima del gesso, formò essa pure alla superficie l' efflorescenza di solfato d' ammoniaca, il quale producesi ugualmente quando in luogo del gesso si usino i solfati di ferro, oppur quello d' allumina.

Ripetute queste esperienze in diverse maniere, e con terre differenti, risposero sempre nel medesimo modo. Si conclude dunque che l' ammoniaca sale inalterata per la terra scevra di solfati; si altera e trasformasi in solfato quando la terra stessa contiene solfati decomponibili. Con ciò non vuolsi tuttavia negare che la natura dei prodotti di scomposizione non possa cambiare adoprando terre diverse da quelle da noi usate.

Lasciamo ora il laboratorio del chimico, e trasportiamoci ad esaminare i resultati delle esperienze istituite sui campi.

Fino dall' Ottobre dell' anno scorso, in varii luoghi della campagna pistoiese sotterrammo separatamente e in terreni arabili, ed alla profondità di circa 50 centimetri, del solfato e nitrato di potassa, del carbonato di soda e del solfato d' ammoniaca. Non si rividero le esperienze che nella primavera successiva, ma in un momento piuttosto favorevole perchè non aveva piovuto da circa 15 giorni, e perciò la superficie del suolo trovavasi bastantemente asciutta. A tal epoca le prove avevano corrisposto benissimo; tutti e quattro i sali erano, almeno in gran parte, venuti alla superficie. Il nitrato di potassa aveva formato un' efflorescenza abbondante e bianca quasi come la neve; e ben manifesta era pur quella prodotta dal carbonato di soda e dal solfato di potassa. La rifioritura cagionata dal

solfato ammoniacale era meno visibile, tuttavia la terra della superficie possedeva sapore piccante-amarognolo marcatissimo; di più, porzione di questa terra lisciviata con acqua, ed il liquido evaporato, depose un sale cristallizzato in piccole tavole, che sviluppava ammoniaca con la potassa caustica, e precipitava abbondantemente col nitrato acido di barite.

Oltre i detti sperimenti, altri n'abbiamo fatti al giardino botanico di Siena, diretto attualmente dall'egregio Prof. Tassi. Negli ultimi d'Aprile di questo anno, noi ponevamo in un punto di esso giardino, alla profondità di circa 20 centimetri, una certa proporzione di nitrato di potassa; in altro punto sotterravasi, presso a poco alla stessa profondità, del nitrato di calce. Il terreno così preparato fu per tre o quattro giorni annaffiato, poi lasciato a sè stesso senza verun'altra assistenza. Non erano ancora scorse due settimane, che i sali erano già saliti alla superficie. Il nitrato di calce, come sale deliquescentissimo, formò una macchia d'umido, che non si è più dileguata. Il nitrato potassico diede luogo ad una efflorescenza dotata di sapore fresco-piccante; di più, lissiviatane porzione con acqua, il liquido resultante precipitava in giallo con cloruro di platino, e sviluppava intensi vapori rutilanti riscaldato che fosse con acido solforico e tornitura di rame.

Anche queste esperienze concorrono dunque a provare, che i sali solubili posti nella terra, ne salgono costantemente alla superficie.

Ma che serve il moltiplicare le ricerche per dimostrarne la costanza dell'ascensione? Non abbiamo noi alla superficie del globo i resultati delle esperienze fatte dalla natura, che parlano sì chiaramente la verità? Sullo strato superiore delle così dette impropriamente *crete senesi* si osservano frequenti in estate le rifioriture saline. In inverno sono piuttosto rare, perchè le dette terre, essendo molto alluminose, disseccansi difficilmente, e perciò i sali non ponno rendersi visibili, che dietro un lungo asciuttore. Le più frequenti di tali rifioriture sono di solfato di magnesia, ma le meglio visibili resultano ordinariamente di carbonato di soda; se ne incontrano ancora di quelle, benchè più di rado, formate quasi intieramente di nitrato sodico. Esse rinvengonsi particolarmente in quei siti, in cui la

terra alluminosa è promiscuata al tufo. Ed è ciò naturale, imperocchè, oltre la terra porosa, e il carbonato sodico, avendo quivi tutte le materie animali derivanti dagli avanzi marini, non mancano le condizioni necessarie alla nitrificazione e conversione del carbonato sodico in nitrato di soda. La nitrificazione ha pur luogo dove mancano i carbonati alcalini, ma in tali casi producesi il nitrato di calce, il quale forma alla superficie della terra delle macchie d'umido più o meno estese e somiglianti a quelle che si vedono spesso sulle pareti delle case.

Tanto le efflorescenze, che le macchie preindicate rimangono finchè non sopraggiunge la pioggia, che fa rientrare i sali negli strati sottostanti, e tanto maggiormente quanto più la terra è friabile e la pioggia continuata; ma cessata la pioggia, l'evaporazione ricomincia ed i sali tornano nuovamente alla superficie.

Si nota pure che sotterrando questi sali cogli scassi ad una profondità di più d'un metro, essi, dopo un certo tempo, si rivedono ugualmente alla superfice. Questo è un esempio preso, per dir così, sulle porte di casa.

In vari luoghi caldi poi, come per esempio in Spagna, in Italia, a Molfetta, in Egitto, in Algeria, nell'America meridionale, e soprattutto nelle Indie orientali, il nitro o nitrato di potassa rifiorisce, come è noto, abbondantemente alla superficie del suolo. Alle Indie particolarmente raccolgonsi queste efflorescenze spazzandole e riunendole in mucchi come si farebbe qua fra noi della neve. Per lissiviazione se ne estrae quindi il sale, che spacciasi in commercio col nome di *nitro greggio delle Indie*.

Intanto la superficie del suolo così spogliata del nitro non tarda molto a ricoprirsene.

Alla calda stagione, ed in seguito a piogge più o meno abbondanti e continuate, nuovo sale ascende e fiorisce sulla terra. È dunque l'acqua penetrata dalla terra che, animata, per così dire, dalla forza di capillarità, trasporta la immensa quantità di nitro che apparisce alla superfice del suolo delle località ricordate.

Oltre le rifioriture di nitrato di potassa, s'incontrano tal-

volta in America quelle pure di nitrato di soda, il quale trovasi in gran copia nella provincia di Tarapaca, che è una delle più ricche di sostanze saline che abbia l'America. Riferisce De Rivero che i giacimenti del nitrato, che sottostanno ad uno strato più o meno alto di terra, presentano un'estensione di 100 fino a 600 metri su due a tre metri di spessore. Quivi pure l'acqua discesa fino ai banchi del sale, risalendo, ne trascina alla superficie delle proporzioni ragguardevoli, le quali però non si rendono visibili che a stagione ben calda ed asciutta.

Tutti questi fatti, che io credo inutile moltiplicare, sono sempre governati dalla stessa legge di capillarità.

Tuttavia sul fin qui detto potrebbe sorgere un dubbio, cioè: che il principio sia applicabile alle materie aggiunte appositamente alla terra ed a quelle contenutevi in esuberanza, ma che non regga per la tenue proporzione di sostanze solubili esistenti nello strato arabile. Le esperienze seguenti toglieranno qualunque incertezza potesse nascere su tal proposito.

Abbiamo preso tre terre diverse, che distingueremo con le lettere A, B, C. La terra A era di campo, tufacea di color giallo-rossastro; mezzo litro di lei, dopo averla prosciugata alla stufa, pesava chilogrammi 0,625; per l'azione del calore, dapprima si annerì, poi diminuendo di volume si fece rossastra; l'acido cloridrico vi produceva manifesta effervescenza. La terra B, presa da un orto, era scura, friabilissima; mezzo litro asciugata come si è detto precedentemente, pesava chilogrammi 0,510; al calore coloravasi intensamente in nero, lasciando in ultimo un residuo bianco-grigio; con l'acido cloridrico faceva vivamente effervescenza. La terra C proveniva da un campo fertile, era argillosa, poco friabile, ed aveva color grigio piuttosto scuro; mezzo litro, prosciugata come sopra è detto, corrispondeva al peso di chilogrammi 0,560; per l'azione di prolungato calore in principio annerì, infine lasciò un residuo biancastro; con acido cloridrico sviluppava acido carbonico, in minor copia però delle due precedenti.

Presi dipoi tre tubi di vetro, larghi 4 centimetri e mezzo e alti 25, furono collocati sul fondo di altrettante capsule nella maniera indicata appunto dalla *figura* 3; quindi prendemmo 350 grammi di ciascuna delle tre terre ugualmente asciutte e

divise, si posero separatamente nei tubi e poscia versammo a riprese nelle capsule acqua stillata in quantità di poco superiore a quella che sarebbe stata necessaria ad imbevere intieramente la terra. L' acqua salì su tutte e tre le terre, ma più sollecitamente per quelle A e B, perchè meno argillose e però meglio permeabili della terra C. Del resto anche la poca acqua lasciata nelle capsule salì piuttosto celeremente, perchè dopo due giorni le capsule erano tutte asciutte; lo che dipendeva in parte dall' operare in luogo caldo e spazioso (difeso però dalla polvere) dove l' evaporazione alla superficie della terra procedeva rapidamente.

Versammo nelle capsule nuove porzioni di acqua stillata, e continuammo così per un mese a tenere in azione la forza di capillarità. Avvenuto il disseccamento della terra, togliemmo dalla parte superiore di ciascun tubo, e colle debite precauzioni, uno strato di terra dello spessore di 3 centimetri; i tre volumi di terra, lissiviati separatamente con acqua stillata, ed i liquidi filtrati ed evaporati a bagno-maria fino a secco, lasciarono gli appresso residui:

Quello della terra A	grammi	0,37
Quello della terra B	»	0,42
Quello della terra C	»	0,45.

Il residuo A conteneva solfati, cloruri, fosfati in tenue proporzione, calce, ammoniaca in quantità bene apprezzabile, tracce di nitrati.

Il residuo B. conteneva solfati, cloruri, calce in abbondanza, nitrati, ammoniaca.

Il residuo C era deliquescente, e conteneva solfati, cloruri in abbondanza, calce, molta ammoniaca, tracce di nitrati, niun segno di fosfati.

Le stesse ricerche vennero fatte quindi sopra un uguale strato di terra sottostante al primo, a quello cioè che fu adoprato per le esperienze descritte. Prese perciò le tre porzioni di terra e trattate con acqua stillata, i liquidi filtrati furono come sopra evaporati fino a secco. Il liquido della terra A lasciò solamente grammi 0,02 di residuo costituito presso che

intieramente di solfato di calce; e quelli delle terre B e C non offrirono che delle tracce di residuo appena appena visibili.

Emerge dunque da questi resultati, che il principio regge eziandio per la piccola quantità di materia solubile che suol essere in tutte le terre vegetabili.

Si è detto che i residui delle materie solubili cedute all'acqua dalle tre terre, contenevano tutti dell'ammoniaca. È evidente che questa ammoniaca trovavasi vincolata a qualche altro corpo che la rendeva fissa; non poteva essere allo stato di causticità, nè allo stato di carbonato, diversamente sarebbesi dispersa durante l'evaporazione fino a secco.

Restaci or dunque a dimostrare, che anche l'ammoniaca libera o carbonata esistente naturalmente nel suolo, o che vi è introdotta cogli ingrassi, ascende con l'acqua alla superficie della terra, d'onde per evaporazione disperdesi nell'aria.

Per risolvere una tale questione, abbiamo ricorso all'apparecchio rappresentato dalla *figura 4*, fatto fare appositamente per siffatte ricerche.

È un alambicco di cristallo d'un sol pezzo, munito di refrigerante alla Liebig e di un palloncino in cui raccolgonsi i vapori condensati, se non che il tamburlano, come vedesi, invece d'esser fatto a cucurbita, è cilindrico e senza fondo. Questa parte dell'apparecchio riposa ed è fissata sopra una tazza di cristallo, che potrebbe essere anche di porcellana o di terra cotta purchè vetrinata.

Per tale oggetto scegliemmo della terra di campo spoglia di solfati terrosi e metallici propriamente detti (resultando per ciò che abbiamo già detto non trovarsi ammoniaca libera e carbonata, o trovarsene in piccolissima quantità là dove il suolo sia più o meno ricco di essi solfati), la passammo per crivello, quindi pesatane un chilogrammo s'introdusse mediante l'apertura *a* con imbuto a lungo tubo ed in modo che non s'inalzasse polvere, nella parte cilindrica *b* dell'apparecchio, che ne fu ripieno sino al punto *c*. Entro al pallone *d*, perfettamente netto ed asciutto, ponemmo tre gocce d'acido solforico puro e diluito con 3 grammi d'acqua stillata, avvertendo di girare quindi il pallone in maniera che le pareti interne ne fossero perfettamente bagnate. Versammo di poi acqua stillata nella tazza *e*,

si mise in azione pure il refrigerante *f*, e finalmente circondammo il pallone con ghiaccio ponendolo nella catinella *g*. L'acqua attratta dalla terra veniva a mano a mano rimpiazzata con della nuova. Così continuammo per 20 giorni, in capo ai quali trovammo nel pallone 300 grammi di liquido, che evaporato dapprima a bagno maria e poi alla stufa fino a secco, lasciò una materia cristallizzata avente la forma del solfato d'ammoniaca. Ripresa con piccola quantità d'acqua stillata, filtrata, e nel liquido affuso del cloruro di platino, indi dell'alcool, si ebbe precipitato di cloro-platinato ammoniacale, il quale raccolto, lavato con alcool, ed esattamente prosciugato, pesava grammi 0,100, e perciò equivalente a grammi 0,00763 d'ammoniaca gassosa.

Ciò dunque ci conferma che l'ammoniaca libera e carbonata ascende realmente alla superficie del suolo, da dove evaporandosi si perde nell'aria.

Torniamo ora a consultare il gran libro della natura, e vediamo se i fatti che ella mostraci alla superficie del suolo si stringano ed armonizzino con quelli testè osservati nel laboratorio. Avvertasi che qui non s'intende parlare di sostanze solubili introdotte appositamente nel suolo, nè di quelle contenutevi in eccesso e producenti le macchie d'umido e le efflorescenze saline, di che già parlammo; ma vogliamo alludere invece alla piccola proporzione di materie solubili esistenti nelle terre principalmente vegetabili.

Noi già sapevamo che dopo più o meno lungo aridore la superficie di alcune terre, e segnatamente delle fertili e ben concimate, presenta sapore diverso da quello delle terre stesse prese nello strato sottostante, le quali sogliono avere sapore semplicemente argilloso, mentre le prime lo hanno ordinariamente salato-amarognolo e talvolta piccante; già sapevamo che trattando con acqua due uguali porzioni di terra, prese una alla superficie e l'altra dallo strato sottostante, osservasi in generale che il liquido della prima terra è più colorato, e lascia, evaporato che sia, maggior residuo di quello della seconda; tuttavia, trattandosi di questione importante, si è creduto necessario di ricorrere anche ad altre esperienze.

Abbiamo perciò preso da 10 campi posti in diverse loca-

lità poco distanti fra loro, e dopo un mese circa dacchè non era piovuto, 20 porzioni di terra; 10 porzioni dalla superficie di ciascun campo, e 10 dallo strato sottoposto corrispondente. Posta a parte la terra per tal modo raccolta, aspettammo di poi che sopravvenisse la pioggia, dopo la quale prendemmo subito dagli stessi campi altre 20 porzioni di terra raccolta come la precedente, cioè 10 porzioni dalla superficie e 10 dallo strato sottostante.

Avuta così la terra nelle condizioni desiderate, la prosciugammo, e determinammo poi in ciascuna delle 40 porzioni, prese a peso uguale, la proporzione dei cloruri, solfati, nitrati, carbonati neutri e fosfati solubili nell' acqua stillata. I resultati di questa serie di sperimenti veggonsi riassunti nel quadro seguente:

Lettere corrispondenti alle terre adoprate	Agendo sopra 1 chilogrammo di terra raccolta dopo un mese di secchezza									
	STRATO SUPERIORE					STRATO INFERIORE				
	Cloruri	Solfati	Nitrati	Carb. alcalini	Fosfati	Cloruri	Solfati	Nitrati	Carb. alcalini	Fosfati
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
A	0,19	0,52	0,16	0,06	0,02	0,04	0,06	»	»	»
B	0,08	0,56	0,18	0,18	»	trac.	0,10	0,02	»	»
C	0,18	1,00	0,26	0,12	trac.	0,06	0,04	0,02	»	»
D	0,04	0,62	0,38	»	0,06	»	0,08	0,08	»	»
E	0,18	0,62	»	0,12	0,08	0,03	0,08	»	0,02	trac.
F	0,04	0,70	0,88	trac.	»	»	0,05	trac.	»	»
G	0,12	0,40	0,08	0,16	»	0,02	0,02	»	0,04	»
H	»	1,12	0,12	0,04	»	»	0,10	»	»	»
I	0,18	0,18	trac.	0,12	0,06	0,02	0,01	»	trac.	»
K	0,10	1,80	0,28	»	0,04	trac.	0,14	»	»	»

Lettere corrispondenti alle terre adoprate	Agendo sopra 1 chilogrammo di terra raccolta dopo due giorni di pioggia									
	STRATO SUPERIORE					STRATO INFERIORE				
	Cloruri	Solfati	Nitrati	Carb. alcalini	Fosfati	Cloruri	Solfati	Nitrati	Carb. alcalini	Fosfati
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
A	0,02	0,03	»	trac.	»	0,10	0,44	0,10	0,06	0,02
B	trac.	0,04	0,01	»	»	0,08	0,50	0,10	0,11	»
C	0,01	0,02	0,02	0,01	»	0,12	0,60	0,20	0,10	trac.
D	»	0,03	0,02	»	»	0,04	0,60	0,30	»	0,08
E	0,03	0,03	»	0,02	trac.	0,18	0,52	»	0,10	0,08
F	»	0,06	0,02	»	»	0,04	0,68	0,80	trac.	»
G	0,01	0,02	»	0,03	»	0,10	0,40	0,08	0,16	»
H	»	0,08	»	»	»	»	1,04	0,12	0,04	»
I	trac.	0,05	0,01	»	»	0,10	0,80	0,28	»	0,04
K	0,02	0,01	»	trac.	»	0,18	0,18	trac.	0,12	0,06

OSSERVAZIONI

La terra dello strato superiore è stata presa dalla superficie, e quella dello strato inferiore alla profondità di circa 10 centimetri.

I cloruri sono stati calcolati come cloruro potassico; i solfati come solfato di potassa; i carbonati come carbonato neutro di potassa; i nitrati come nitrato di potassa; i fosfati come fosfato neutro di soda.

Tali sono state le resultanze ottenute rispetto alle materie fisse. Vediamo ora come si comporta la tenue dose di materie volatili, e soprattutto l'ammoniaca, che è la sola nel caso nostro che meriti davvero seria considerazione.

A tale scopo abbiamo montato quattro apparecchi di cristallo, due al giardino botanico già ricordato, e due in un orticciuolo posto presso lo Spedale di Siena. Le terre di questi due luoghi possedevano le qualità necessarie alle nostre ricerche, poichè la prima, cioè quella del giardino, non rivelò (almeno nei punti in che furon fatte le prove) che delle tracce insignificanti di solfati terrosi; la seconda non dette segno di contenerne.

Gli apparecchi erano delle storte senza fondo munite del relativo pallone, che avevamo intieramente sotterrato, mentre d'altronde gli orli della storta non entravano che di pochi millimetri nel terreno. La *figura* 5. rappresenta uno di questi apparecchi montato.

Nel pallone *a* di ciascun apparecchio s'introdussero 3 gocce d'acido solforico purissimo e altrettanti grammi d'acqua stillata, quindi furono al solito girati in tutti i sensi affinchè le pareti interne restassero in ogni lor punto bagnate dal liquido acido. Le giunture *b* si chiusero con adattati sugheri, pe' quali passava esattamente il collo della storta *c*.

Dopo 35 giorni (1), in che gli apparecchi stettero in azione, l'acqua raccolta nei due palloni appartenenti agli apparecchi del giardino ascendeva a 250 grammi, e quella trovata negli altri due pesava grammi 400. L'aumento dei 150 grammi è da ripetersi in gran parte dalla maggiore ampiezza che avevano le storte situate presso lo Spedale, le quali occupavano perciò superficie di terreno più estesa di quelle montate al giardino.

Le due quantità di liquido, evaporate primitivamente a bagno-maria e poi alla stufa fino a secco, lasciarono ambedue una piccola proporzione di residuo cristallino, che ripreso separatamente con tenue dose d'acqua stillata, filtrato ed affuso

(1) Nei 35 giorni cadde due volte la pioggia, che fu in ambo i casi di brevissima durata.

nei liquidi del cloruro platinico, ebbesi precipitato giallo, il quale aumentò per l'aggiunta dell'alcool. Il cloro-platinato d'ammoniaca così ottenuto fu raccolto separatamente, e quindi con le debite cautele prosciugato e pesato. Quello proveniente dai 230 grammi d'acqua raccolta al Giardino botanico era grammi 0,058, e quello prodotto dai 400 gr. d'acqua raccolta presso lo Spedale grammi 0,066; lo che equivale a dire, che la prima porzione del cloro-platinato conteneva grammi 0,0044254 d'ammoniaca gassosa, e la seconda grammi 0,0050358.

Del resto, anche le altre sostanze volatili, purchè solubili in acqua e non decomponibili dalle materie componenti il terreno, salgono e si disperdono nell'aria. L'acido solfidrico, gli olii essenziali ec. sono, per esempio, in questo caso.

Dietro i resultati di tali esperienze, che io devo in gran parte alla perizia del mio aiuto sig. Cesare Pasquini, possiamo dunque concludere, che salgono eziandio le piccole proporzioni di materia solubile esistente nelle terre vegetabili.

Laonde, i fatti sin qui esposti nel nostro scritto confermano pienamente la regola generale da noi già dichiarata, cioè che *l'acqua salendo per capillarità, porta seco tutto che trova di solubile; che l'acqua scendendo, riconduce più o meno in basso ciò che era salito.*

Dunque le sostanze solubili quando salgono e quando scendono pel terreno, scendono durante la pioggia, salgono al buon tempo; o, per dirlo in un modo anche più generale, scendono in inverno sottraendosi alle piogge dirotte da cui sarebbero in gran parte disperse, e salgono in estate quando la evaporazione è maggiore, e quando la vegetazione ha più bisogno d'acqua e d'alimento.

Dunque la composizione della superficie del suolo è variabilissima; sembraci anzi difficile che la possa rimanere un solo mese costante. Quindi le analisi eseguite fin qui delle terre, prendendole, come si è fatto ordinariamente, dalla superficie, non ponno più ritenersi come esatte; ed ecco perchè le analisi delle stesse terre, ma eseguite in epoche diverse hanno dato resultati tanto differenti; ecco perchè a nostro credere, la pratica agricola non ha fin qui guadagnato che pochissimo da questo genere di lavori. Noi ci siamo proposti di non scendere

a particolari circa le spiegazioni ed applicazioni cui può dar luogo la legge sull'ascensione delle sostanze solubili, nutrendo ferma speranza di potervi presto ritornare con dei lavori separati; tuttavia, sul proposito dell'analisi, addurremo qualche esempio, togliendolo dai lavori più recenti dello illustre Boussingault, la cui precisione nello sperimentare è oramai proverbiale fra gli scienziati.

Analizzando il 9 Agosto 1856 la terra dell'orto addetto all'antico monastero di Liebfranenberg, egli trovò che essa conteneva per ogni chilogrammo grammi 0,211 di nitrato di potassa. Ai 29 di detto mese un egual peso di detta terra raccolta nello stesso punto da cui fu presa il 9, non conteneva più che grammi 0,0087 di nitrato.

Il dì 10 Ottobre dello stesso anno ne fu rinnuovata l'analisi, da cui resultò che sopra un chilogrammo, il sale questa volta ascendeva a $0^{gr},293$ (1).

Un metro cubo d'altra terra presa il 5 Settembre 1856 da una vigna del Liebfranenberg, conteneva solamente gr. 1,28 di nitrato. Il 27 Settembre 1857 la stessa terra ne offrì 65 grammi.

In altra terra raccolta da una vigna posta presso Bechelbrann il 21 Settembre 1856 l'analisi trovò in un metro cubo gr. 4,48 di nitro. Il 3 Agosto 1857 la stessa terra non ne conteneva più che delle tracce.

La stessa incostanza nei resultati sarebbesi pur verificata, se le ricerche fatte pel nitro fossero state estese alle altre sostanze solubili del suolo.

Le terre dunque da analizzare denno prendersi in tutta l'altezza dello strato arabile e non alla sola superficie, che varia continuamente di composizione. Del resto, dietro le nozioni oramai acquistate, intendonsi e si spiegano benissimo altri fenomeni di cui non ci eravamo ancor reso conto. Così, ad esempio, si capisce il perchè i modelli in argilla degli scultori producono disseccandosi delle rifioriture saline, da cui sono sempre più o meno danneggiati; si capisce il perchè le terre nitrifere, dopo essere state lisciviate, ricuopronsi col disseccamento

(1) V. Boussingault. *Agronomie*, *Chimie agricole et Physiologie*, deuxième edit., pag. 46-47-50-51.

di nitro quasichè puro. Si è pensato che queste terre lo riproducessero, ma realmente non è così, perocchè il sale che nasce alla loro superficie, formandovi una specie di bianca coperta, è quello trasportato dall'acqua saliente per capillarità, che evaporandosi lascia sullo strato superiore della terra.

La formazione dei cristalli sopra alcune sostanze solide e minerali, sulle quali si elevano talora fino all'altezza di 3 e 4 centimetri; il fatto della potassa che trovasi in maggior copia nelle foglie e nei teneri ramoscelli delle piante che nel tronco, sono, ad esempio, fenomeni che si spiegano benissimo con le medesime ragioni.

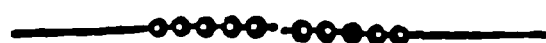
Comprendesi di più, che i grandi benefizi delle irrigazioni estive non denno dipendere solamente dall'acqua che abbevera, per dir così, le piante assetate, ma anche dai principii solubili, che essa, col suo scendere e risalire, pone in contatto delle loro radici.

Fra le applicazioni, ricorderemo quella che potrà farsene alla fabbricazione del nitro. Il nitro costa tanto meno, quanto più le terre adoprate a prepararlo sono ricche di nitrati; quindi sarà facile intendere di quale utilità debba riuscire un mezzo semplice ed economico, che valga a riunire e nettamente in un piccolo volume di terra i nitrati che trovansi sparsi ordinariamente in grandi masse di essa. Del resto, oggi non diremo altro di tale applicazione, imperocchè l'importanza industriale dell'argomento ci avrebbe determinato a ritornarvi con uno scritto a parte.

Chiuderò finalmente richiamando l'attenzione degli agronomi sopra l'ammoniaca che si sviluppa dalla superficie della più parte delle terre arabili. Come impedirne la dispersione? È un fatto che le terre contenenti in certa proporzione solfato di calce non abbandonano ammoniaca, o ne abbandonano in quantità insignificante; è un fatto che il solfato di calce e l'ammoniaca carbonata si scompongono posti che sieno a contatto formando carbonato di calce e solfato d'ammoniaca; ed è pure un fatto che questa reazione operasi facilmente nel laboratorio come nei campi. Laonde il mezzo più acconcio per impedire la dispersione di detta ammoniaca, sembrerebbeci quello di spolverare con gesso la superficie delle terre che non ne contengono.

Del restante noi crediamo che il gesso sia destinato a rendere dei grandi servigi all'agricoltura: il Dalgas ne riguarda l'applicazione come una delle scoperte più importanti della scienza moderna (1). Ed ove si consideri che un litro d'acqua di pioggia contiene circa un milligrammo d'ammoniaca; che le acque di rugiada e di nebbia ne contengono circa cinque volte più, e che tutta questa ammoniaca può essere trattenuta e fissata nel suolo dal gesso, si comprenderà di leggieri che le nostre parole non sono affatto prive di fondamento.

Siena, 17 Luglio 1861.



NOTA SULLA FULGENTISSIMA COMETA VEDUTA DA TORINO LA NOTTE DEL 30 GIUGNO 1861; DI GIOVANNI PLANA.

Questa Cometa, di grandezza straordinaria, apparve improvvisamente sul nostro orizzonte, visibilissima ad occhio nudo verso tramontana sul firmamento, in prossimità del limite che separa la costellazione della *Lince* da quella del *Cocchiere*. Nè della sua esistenza si aveva il minimo sensibile indizio 24 ore prima, cioè durante la notte del 29 Giugno. Perchè cessi ogni maraviglia a questo riguardo, ed anche ogni precipitoso ed indotto appunto contro gli Astronomi, vuolsi por mente che, per le tre esatte osservazioni qui appresso registrate, diventa fatto palese, che questa Cometa tramontava insieme col Sole la sera del 29 Giugno. Ed inoltre emerge il fatto che, stante la rapidità del suo movimento, dessa diventò più boreale di circa *dieci* gradi nel breve intervallo di un solo giorno. Allora questa Cometa diventò visibile ad occhio nudo, non solo da Torino, ma anche da Roma, da Lisbona, da Parigi e dalla capitale della Danimarca. Per gli abitanti di Torino debbo soggiungere che il *tramonto* di questa Cometa, la notte del 30 Giugno verso

(1) V. Annuario agrario per il 1860, pag. 86.

le ore 11, ebbe luogo a cagione della interposta catena delle Alpi; poichè alle 10h.5' la sua declinazione era di 45°.49'; mentre sul nostro puro orizzonte (cioè astrazion fatta dell'altezza angolare dei monti) deve cessare il tramonto per ogni astro avente una declinazione boreale di 44°.56'. Di guisa che volendo anche tener conto dell'effetto prodotto dalla rifrazione orizzontale, che è di circa 34', si avrebbe 45°.30' per il limite, che oltrepassato, anche di pochi minuti, rende un astro per noi circumpolare. Tale è la causa dell'apparente tramonto della Cometa veduto da Torino: e per l'istessa causa, questa Cometa non si vide tramontare da Parigi nella medesima notte, essendo di circa 42° il limite della declinazione di un astro che non tramonta, veduto da Parigi. Ed è ciò che avvenne anche per Torino la sera del primo di Luglio, stante l'aumento della declinazione della Cometa, che da 45°.49' salì a 55 gradi in 24 ore. La sera del 30 Giugno, all'aspetto della lunga coda di questa Cometa, ed in presenza delle posizioni, non del tutto improbabili, calcolate per il ritorno della Cometa dell'anno 1556 (detta di *Carlo Quinto*), io stetti in forse, se doveva credere ad un tale effettivo ritorno. Ma, era fissa nella mia mente l'idea, che doveva aspettare almeno uno o due giorni per eseguire alcune misure prima di credere vera una fallace probabilità. Ed infatti le mie tre osservazioni positive tolgono ogni dubbio a questo riguardo, e danno una assoluta esclusione alla riapparizione della Cometa del 1556. Tale è il motivo per cui non ho voluto scrivere prima d'oggi (5 Luglio ore 3 pom.) questa Nota: e l'avrei anche ritardata, se il cielo coperto della passata notte (del 4 Luglio), e la poca speranza di un cielo favorevole, durante la imminente notte del 5, non mi avesse costretto a desistere dal mio primo proposito.

Ecco le tre posizioni da me osservate coll'Equatoriale:

1°. Luglio.	Tempo medio	9h. 0'.31",
	Ascensione retta della Cometa	7h.22'.39",
	Declinazione boreale . . . . . +55°. 1'.21".	
2 »	Tempo medio	8h.38'.41",
	Ascensione retta della Cometa	8h.22'. 3",
	Declinazione boreale . . . . . +61°.48'.21"	

3 Luglio. Tempo medio . . . . 9h.10'.20",
Ascensione retta della Cometa . . . . 9h.34'. 4",
Declinazione boreale . . . . . +65°.45'.45".

Lo stato dell' atmosfera era:

1°. Luglio 0m.74198. Termometro attaccato . . . . +23°.5 cent.i
Term°. all'aria libera verso il N. +23°.5 »

2 » 0m.73940. Termometro attaccato. . . . . +25°.0 »
» libero. . . . . . . +25°.0 »

3 » 0m.73640. Termometro attaccato. . . . . +24°.0 »
» libero. . . . . . . +24°.0 »

La lunghezza della coda, misurata dal nucleo, era di 35° il giorno 1°. Luglio; il giorno 2 era di circa 25 gradi; e la sera del 3 aveva pure 25 gradi poco prima della mezzanotte.

Il nucleo era ben terminato ed appariva grande come il disco di Giove. Si vedeva pure dalla parte opposta alla coda la così detta *aigrette*, ossia *pennacchio* somigliante a quello che sta sulla testa degli uccelli denominati *Aironi*.

La debole polarità che presenta la luce del nucleo basta per dimostrare che essa è riflessa dal Sole.

Con mio rincrescimento chiuderò questa Nota, ripetendo colle parole di Arago, che: « Plusieurs discours dont cette Co- « mète fournit le texte n'autorisent pas à croire à cette pré- « tendue diffusion des lumières, que tant d'optimistes se com- « plaisent à regarder comme le trait caractéristique de notre « siécle ».

Alle persone che pretendevano l'*annunzio* di questa Cometa, potrei rispondere con altre parole dello stesso Arago, che « L'annonce de l'apparition d'une Comète totalement inconnue « serait du domaine de la sorcellerie, et non de celui de la « vraie science. L'astrologie elle-même ne poussa pas ses pré- « tentions jusque-la dans le temps de sa plus grande ferveur. « Telle est la substance des difficultés, plus ou moins emprein- « tes de malice, dont on est assailli dès qu'un astre chevelu « se montre dans le ciel ».

Post scriptum.

Le nuvole hanno impedito di osservare la Cometa le sere del 4 e 5 Luglio. Alla sera del 6 ho potuto fare questa osservazione:

6 Luglio. Tempo medio . . . . $8^h.58'.40''$,
Ascensione retta della Cometa. . . . . $12^h.23'.0''$,
Declinazione boreale . . . . $+65°.8'.17''$.
Lunghezza della coda. . . . 10°

Nucleo ben definito ma con luce alquanto indebolita. Le due declinazioni del 3 e del 6 dimostrano che è incominciato il regresso della Cometa verso il Sud, mentre continua il movimento crescente in ascensione retta.

Lo stato dell' atmosfera era:

Barometro . . . . $0^m,73504$
Termometro attaccato. . . . . $+23$
Termometro all' aria libera. . $+24°.7$.

Dal primo al 3 di Luglio si ha in ascensione retta questo aumento:

$$9^h.34'.4'' - 7^h.22'39'' = 2^h.11'.25''$$

mentre dal 3 al 6 di Luglio, in ascensione retta l' aumento è stato di

$$12^h.23'.0'' - 9^h.34'.4'' = 2^h.48'.56''.$$

L' aumento in declinazione nei primi tre giorni di Luglio è stato di $10°.44'.24''$.

E la diminuzione dal 3 al 6 è stata di $37'.28''$ soltanto.

Di guisa che questa Cometa nelle 24 ore trascorse dalla

sera del 30 Giugno alla sera del primo Luglio, ebbe in declinazione un movimento poco diverso da quello che ebbe dalla sera del primo Luglio alla sera del 3 Luglio.



DELLA NATURA DEL SOLE DEDOTTA DAGLI EFFETTI OTTICI, E DELLA SCOPERTA DI *KIRCHHOFF*; LEZIONE DEL PROFESSOR TYNDALL.

(*Proc. R. Institution*, Giugno 7, 1861).

L'Autore comincia dal dimostrare sperimentalmente che i corpi gasosi irradiano calore in diversi gradi. L'esperimento consiste nell'avere la solita pila termo-elettrica di Melloni riunita a un galvanometro molto delicato: le due faccie della pila essendo alla stessa temperatura, l'ago del galvanometro sta in equilibrio. Una corrente d'aria riscaldata passando in contatto di una palla di rame pure riscaldata con una fiamma a gas, si faceva agire sopra una delle faccie della pila. L'ago del galvanometro indicava allora una piccola deviazione, ciò che dimostra che l'aria calda irraggia debolissimamente. Se in vece dell'aria è una corrente d'ossigene che passa sulla palla riscaldata l'effetto è poco diverso di quello dell'aria. Invece una corrente di gas olefiante nella stessa condizione produce un irraggiamento molto maggiore. Così dimostrato il diverso poter irradiante dei gas, l'Autore studia il loro potere assorbente. Perciò la pila è messa fra due cubi pieni d'acqua in ebullizione e collocati in modo che l'ago resta allo zero. Facendo passare una colonna di gas ossigene fra un cubo e una faccia della pila, si vede l'ago rimanere press'a poco allo zero, come prima: l'ossigene che ha un debole potere irradiante ha pure un debole potere assorbente. Al contrario una colonna di gas olefiante interposta fra la pila e il cubo, mostra subito che

questo gas per quanto trasparente come l'aria e l'ossigene, ha un gran potere assorbente per i raggi calorifici che emanano da una sorgente oscura. Così è stabilita per i gas la relazione fra il potere assorbente e il potere irradiante.

Cercando la relazione fra l'assorbimento e l'irradiazione e partendo dalla teoria delle ondulazioni, l'assorbimento della luce e del calore può essere considerato come una trasmissione di movimento dall'etere agitato alle particelle del corpo assorbente. Secondo l'Autore gli atomi semplici irradiano debolmente e in vece gli atomi composti irradiano tanto più quanto più è complesso il gruppo degli atomi stessi. Per farsi un'idea della relazione fra l'irradiamento e l'assorbimento, l'A. considera ciò che avviene in una massa d'acqua in cui un remo si muove o in cui le onde urtano contro un remo: secondo che questo taglia l'acqua o si presenta alle onde colla faccia stretta o colla larga, l'effetto che è un movimento comunicato o ricevuto e distrutto, è diverso. Nella posizione, egli dice, in cui il remo irraggia bene, il remo assorbe anche bene. Gli atomi semplici passano attraverso all'etere senza molta resistenza, mentre in vece gli atomi composti resistono assai alle onde dell'etere. Così l'ossigene e l'azoto mescolati meccanicamente assorbono e irradiano in un certo grado, che è 250 volte più piccolo dell'irradiazione e dell'assorbimento del gas nitroso, cioè di quei due gas combinati.

I gas e i vapori in presenza dei raggi solari sono anche dotati della proprietà di assorbirne alcuni e di lasciarne passare liberamente altri. Ciò è dimostrato da una celebre esperienza di Sir David Brewster. L'illustre fisico comincia dall'ottenere con due prismi di solfuro di carbonio un lungo e magnifico spettro: Se il raggio emana da una luce elettrica si ha uno spettro lungo 7 piedi e continuo. Introducendo sulla via del raggio luminoso uno strato di acido nitroso all'istante si vedrà lo spettro traversato da molte linee nere le quali dimostrano che vi sono raggi luminosi assorbiti da quel gas, mentre gli spazii intermedii luminosi sono dovuti a raggi non assorbiti.

La relazione suddetta fra assorbimento e irradiazione persiste; e in fatti rendendo il gas nitroso luminoso troveremo che

gli stessi raggi che questo gas assorbe sono quelli che emette. Quando l'aria atmosferica, o un altro gas sono resi incandescenti dalla scintilla elettrica, lo spettro che s'ottiene contiene una serie di bande splendenti. Tali spettri sono anche più brillanti quando sono formati di metalli volatilizzati e resi incandescenti dalla corrente voltaica. L'A. cita uno spettro ottenuto dalla scintilla fra il mercurio e il carbone: questo spettro non è continuo come quello che si ha fra due punte di carbone, ma è formato di bande vivissime di cui il colore corrisponde a quella particolare porzione dello spettro a cui i raggi delle bande stesse appartengono. Così, il rame incandescente e volatilizzato dà uno spettro che ha il suo sistema di bande; così fa lo zinco e l'ottone dà pure uno spettro in cui vi sono le bande dei due metalli. Lo spettro diviene così un reattivo estremamente delicato e qualunque sia la combinazione in cui un tal metallo esiste, se il calore è sufficientemente intenso, la presenza del metallo si manifesta subito nello spettro. Bastano traccie piccolissime di un sale sparso nell'aria in mezzo alla quale brucia la fiamma da cui si ha lo spettro, perchè all'istante appariscano in esso le bande di quel metallo. In questo modo Bunsen e Kirchhoff hanno scoperto l'esistenza del sodio in quantità estremamente piccola, cioè di un venti millionesimo di milligrammo in un centimetro cubo d'aria. Lo stesso avviene cogli altri metalli stronzio, calcio, litio, ec. i quali danno tutti linee distinte nello spettro. Questo metodo ha servito a Bunsen per scoprire in certe acque minerali due nuovi metalli, chiamati *cesio* e *rubidio* dal loro colore.

La posizione delle bande luminose dello spettro è dunque invariabile, ed ogni metallo ha il suo proprio sistema: quindi dalle bande dello spettro si può dedurre rigorosamente la natura del metallo che lo produce, e se il sole e le stelle danno spettri con bande simili a quelle che si ottengono coi nostri metalli, bisognerà dedurne che questi metalli entrano nella composizione di quei corpi celesti. Il sole dà col suo spettro indizio dell'esistenza in esso dei metalli della terra. Vi sono linee brillanti nello spettro solare dovute a questi metalli. Dobbiamo a Kirchhoff la risposta a queste questioni ottenuta con ammirabile sagacità.

Sappiamo che nello spettro solare in vece di bande brillanti

vi sono delle linee nere che Wollaston osservò per il primo e che furono poscia studiate con esattezza estrema da Fraunhofer, per cui conservano nella scienza il nome di linee di Fraunhofer. Le linee brillanti che danno i metalli erano pur conosciute da molti anni: ma il secreto della loro relazione fu svelato da Kirchhoff che nello stesso tempo è riescito a far l'analisi chimica della materia solare.

Benchè i nostri lettori non debbano essere paragonati agli uditori delle lezioni che dà il Prof. Tyndall alla *R. Institution*, pure è tanta la chiarezza e l'eleganza e quasi l'eloquenza con cui esso si esprime, che noi preferiamo tradurre piuttosto che compendiare alcuni brani della lezione.

« Il nostro problema, dice Tyndall, è di trovare la relazio-
« ne fra le linee nere dello spettro solare e le linee splendenti
« dei metalli. Il raggio bianco di una lampada è refratto nel
« suo passaggio attraverso i prismi, ma i suoi diversi compo-
« nenti sono rifratti in un diverso grado e così i suoi colori
« sono separati. Noi sappiamo già che il colore dipende dal nu-
« mero delle oscillazioni delle particelle del corpo luminoso: in
« un dato tempo la luce rossa è prodotta da un certo numero
« di oscillazioni, la luce bleu da un numero molto maggiore e
« i colori intermedii sono dovuti a diversi numeri di oscilla-
« zioni pure intermedii. La luce prodotta da punte di carbone
« incandescenti dà uno spettro continuo, cioè senza linee; ciò
« vuol dire che quelle punte emettono raggi di tutti i possibili
« periodi di oscillazioni fra i due estremi dello spettro. Il co-
« lore come ognun sa sta alla luce come la nota del corista
« al suono. Immaginiamo un suonatore di violino, il quale muo-
« va il dito con cui preme la corda per accorciarla di un moto
« regolato e continuo di modo che non vi sia interruzione fra
« nota e nota. Questo ci rappresenterebbe per la luce lo spet-
« tro continuo. Se invece supponiamo che il suonatore prema
« la corda in un punto e salti in un altro e così via via, vi
« sarà salto da una nota all'altra e questo corrisponderà allo
« spettro formato di bande separate fra loro da intervalli o
« linee nere. Ma questa analogia non basta per il nostro fine,
« e noi dobbiamo arrivare sino ad immaginare colla mente gli
« atomi oscillanti dei metalli volatilizzati. Rappresentiamoci

« questi atomi come collegati insieme da spirali elastiche, le « quali ci danno l'idea del modo di agire delle forze di cui « supponiamo animati questi atomi. Se gli atomi sono costretti « ad avvicinarsi, le molle tendono poi a allontanarli e vice- « versa avviene quando questi si avvicinano. I metalli volatilizzati « che danno un certo colore nello spettro, possono essere rappre- « sentati da atomi uniti da spirali che hanno la stessa tensio- « ne e che vibrano tutti colla stessa velocità e ad ogni metallo « diverso corrispondono spirali di diversa tensione e quindi vi- « brazioni di velocità diversa.

« Ciò ammesso, entriamo più innanzi nell'argomento. Ecco « un pendolo cioè una palla di avorio sospesa ad una corda. « Soffio contro la palla e così l'allontano dalla sua posizione « d'equilibrio. Quando la palla oscillando torna di nuovo verso « di me, soffio ancora e così riesco, accumulando gli impulsi « a produrre oscillazioni di un'ampiezza sempre più grande. « In tal modo la palla ha assorbito i movimenti che il mio « soffio comunica all'aria. Supponiamo ora che invece del « mio soffio, un'onda d'aria incontri la palla e che molte onde « della stessa lunghezza e velocità si succedano: è perfetta- « mente chiaro che esse comunicheranno il loro moto alla palla « e che questa oscillerà, come lo aveva fatto prima coi soffi « ripetuti: è pure evidente che questo non accaderebbe più se « le onde non si succedessero in un periodo determinato. Ma « un pendolo che oscilla nell'aria produce alla sua volta onde « nell'aria e s'intende facilmente che le onde che ivi produce « sono dello stesso periodo di quelle di cui prima esso assor- « biva il movimento. Non è qui inopportuno di ricordare i cu- « riosi effetti degli impulsi periodici notati per la prima volta « nel 1741 da un orologiaro che si chiamava Ellicot. Egli pre- « se due grossi orologi a pendolo e li sospese alla stessa verga « fissa nel muro: uno degli orologi che chiameremo A era messo in moto e l'altro no. Dopo un certo tempo fu trovato con sorpresa che anche l'altro orologio B camminava. I pendoli essendo della stessa lunghezza, i colpi ripetuti di A contro l'asse finivano per mettere in moto B. Se però i due pendoli erano diversi, accadeva un altro fatto curioso, cioè che da principio A essendo in moto metteva in moto B e

« questi più tardi per reazione fermava A e reciprocamente, se « B fosse stato prima in moto, la reazione di A fermava B. Se « i periodi delle oscillazioni sono molto vicini l'uno all'altro « ma non esattamente gli stessi, gli orologi in qualche modo « si regolano l'uno coll'altro e finiscono per andare d'accordo. « La relazione fra i fenomeni ottici e le oscillazioni dei pen- « doli che abbiamo riferito, dipende dal carattere meccanico « comune e dall'essere le vibrazioni luminose meccanicamente « identiche con quelle del pendolo. Supponiamo onde di etere « che urtano atomi, i quali oscillano nello stesso periodo come « quello in cui le onde si succedono l'una all'altra e accaderà « che il moto delle onde sarà assorbito dagli atomi: suppo- « niamo che un raggio di luce bianca sia trasmesso attraverso « ad una fiamma in cui brucia il sodio e le particelle della « fiamma saranno principalmente affette da quelle ondulazioni « che sono sincrone coi loro proprii periodi di vibrazione. È « così che avviene il passaggio del moto dall'etere che oscilla « agli atomi del sodio volatilizzato ed è questo passaggio che « si chiama assorbimento. Noi usiamo diaframmi di vetro per « difenderci del calore dei focolari. Il calore che emana è in « gran parte dovuto alle irradiazioni non luminose che chia- « miamo raggi oscuri. Il vetro benchè lasci passare i raggi lu- « minosi è in alto grado opaco per i raggi oscuri. Ma questo « avviene perchè il vetro si riscalda, assorbe quei raggi e poi « li spande in tutti i sensi.

« Venghiamo una volta al nostro esperimento. Ecco un « raggio di luce elettrica che passa attraverso il prisma e che « forma un bello spettro sopra un diaframma. Intanto una « fiamma di alcole e di acqua salata che dicesi *monocroma- « tica*, è interposta sulla via del raggio che viene dalla luce « elettrica. Immediatamente si vede insorgere nello spettro « una banda oscura posta al limite fra il giallo e il ranciato. « Si vede anche questa banda divenire più o meno estesa col « variare della luce gialla della lampada. La fiamma di questa « lampada spande la sua propria luce sopra quella banda « e più vi getta la luce che essa assorbe dalla luce elet- « trica; ma essa sparge la più gran parte di questa luce in « altre direzioni per cui assai meno ne arriva sul diaframma

« e si comporta così come il diaframma di vetro nel caso dei « raggi calorifici oscuri. In tal modo si produce la banda oscura « la quale non è assolutamente oscura, ma lo è in confronto « alle parti splendenti e laterali dello spettro ». Si può rendere questo effetto molto più distinto. Perciò fra la luce elettrica e il prisma si mette una fiamma intensa di gas munita del *burner* di Bunsen. Un piccolo pezzo di sodio è portato in mezzo a questa fiamma e in quell'istante la banda gialla è bruscamente interrotta e occupata da una banda oscura. Ritirando e rimettendo alternativamente il sodio, la banda gialla ora compare, ora è occupata da una banda oscura.

La presenza del sodio di cui il vapore possiede una specialità elettiva per due raggi particolari, giallo e aranciato, spiega completamente la sopra eccitazione di questi raggi nelle nostre luci terrestri. Se noi ammettiamo con Kirchhoff che i vapori metallici sono dotati di un potere assorbente e di un potere emissivo che si corrispondano costantemente, si giungerà alla conclusione già dimostrata coll'esperienza, che il vapore di sodio posto come diaframma attraverso a un raggio di luce composto, arresta, assorbe, diffonde in tutti i sensi i raggi simili a quelli che esso emette. Se quella luce è molto viva, essa riempirà tutto lo spettro all'eccezione dei punti occupati dalle linee del sodio che per il contrasto nella loro intensità si distaccheranno in nero.

Kirchhoff ha dunque cominciato dal procurarsi spettri dei diversi metalli alcalini portando i loro sali nella fiamma a gas e dopo avere determinato le linee brillanti di questi diversi spettri ha posto al di là delle fiamme che chiameremo metalliche un getto di luce Drummond, che, come è noto, si ottiene spingendo contro uno spigolo di calce viva un getto di gas ossi-idrogene. Allora gli spettri metallici nel luogo delle linee luminose e caratteristiche dei metalli stessi presentano delle linee e bande oscure. Con questa magnifica esperienza Kirchhoff ha generalizzato il fatto del rovesciamento dello spettro che Foucault aveva osservato sulla luce dell'arco voltaico ed è riescito a confermare il concetto teorico di una correlazione esistente fra i poteri emissivi e assorbenti delle sostanze gassose.

In conclusione, la luce Drummond, che è prodotta da un

corpo solido reso incandescente, passando attraverso ad una fiamma trasparente carica di sodio, stronzio, litio o altri metalli volatili, genera uno spettro che ha un'analogia marcata con quello della luce solare. Da ciò ha origine la estensione della scoperta di Kirchhoff all'interpretazione della chimica solare. Il sole è un globo incandescente circondato da un'atmosfera gasosa. La doppia linea dello spettro del sodio apparisce in nero nello spettro solare esattamente nello stesso posto trovato nell'esperienza del rovesciamento dello spettro già descritto. È dunque conforme ad ogni fisica analogia l'ammettere che il sodio volatilizzato fa parte dell'atmosfera solare.

Questa conclusione è stata estesa per altri metalli di cui gli spettri sono caratterizzati da linee brillanti corrispondenti a linee scure nello spettro solare. In questo modo si è giunti alla conclusione che il ferro, il cromo, il nichelio, il magnesio, entrano egualmente nell'atmosfera solare e che questo non avviene per l'argento, rame, zinco, alluminio, cobalto e antimonio, i quali danno degli spettri ben caratterizzati ma non forniti di alcuna linea che sia comune con quelle dello spettro solare.

Ecco come da una serie di belle esperienze di ottica, con un buon spirito di deduzione, siamo giunti ad una generalizzazione che forma una vera e grande scoperta.

Il sole consiste in un nucleo incandescente, circondato da un'atmosfera della natura di una fiamma.

La luce del nucleo darebbe uno spettro continuo come la luce che danno le punte incandescenti di carbone: ma la luce del nucleo deve passare attraverso alla fotosfera, la quale assorbe certi raggi, e questi mancano nello spettro e producono le linee nere di Fraunhofer. Sopprimendo il nucleo si avrebbero nello spettro delle linee splendenti nel luogo delle linee nere di Fraunhofer. Queste linee non sono assolutamente nere, ma lo sono per la differenza fra la luce del nucleo intercettata dalla fotosfera e la luce che nasce da quest'ultima.

C. M.



Continuazione della Memoria — Sulle forme cristalline di alcuni sali derivati dall'ammoniaca — di QUINTINO SELLA.

Capo XIV.

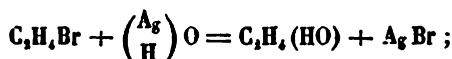
Cloroplatinato di fosfonio monoossietilico trietilico.



$$P[(C_2H_5)_3(C_2H_5O)]Cl + PtCl_2 .$$

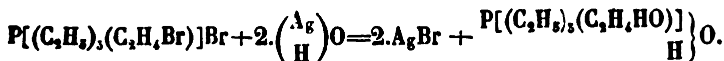
Ad ottenere ed intendere questo sale procede e ragiona l'Hofmann come segue:

Trattando con ossido di argento il bromuro di fosfonio bromoetilico trietilico, di cui al capo V, si precipita non solo il bromo, che ivi è combinato al fosfonio bromoetilico trietilico $P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]$, ma ben anco il bromo contenuto nel bromoetile C_2H_4Br del fosfonio. Al bromo di questo bromoetile si sostituisce in tale reazione HO cioè il residuo dell'acqua H_2O, giusta la equazione



$$C_2H_4Br + \left(\begin{matrix}Ag\\H\end{matrix}\right)O = C_2H_4(HO) + AgBr ;$$

si ha così nella dissoluzione l'idrato dell'ossido di un fosfonio, la cui costituzione e completa formazione è indicata dalla equazione



$$P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br + 2.\left(\begin{matrix}Ag\\H\end{matrix}\right)O = 2.AgBr + \left.\begin{matrix}P[(C_2H_5)_3(C_2H_4HO)]\\H\end{matrix}\right\}O.$$

Il fosfonio, di cui si ha così l'ossido idrato, si può ritenere come analogo al fosfonio tetraetilico $P(C_2H_5)_4$, in uno dei cui equivalenti di etile C_2H_5 un atomo di idrogeno H sia sostituito dal residuo dell'acqua, cioè da HO. Il nuovo radicale $C_2H_4HO = C_2H_5O$ potrà dirsi ossietile, e monoossietilico trietilico si dirà il fosfonio ottenuto.

Aggiungendo acido cloridrico alla soluzione dell' ossido

idrato, lo si converte nel cloruro corrispondente, ed aggiungendo ancora bicloruro di platino, si ha il cloroplatinato, che imprendiamo a descrivere.

Insolubile nell' alcole e nell' etere. Mediocremente solubile nell' acqua calda, da cui cristallizza senza scomporsi (1).

Sistema monometrico;

Forme osservate:

111 (*fig.* 35).

Angoli		Calcolati	Osservati
$111,11\bar{1}$	=	70°.32′	70°.7′
$11\bar{1},\bar{1}1\bar{1}$	=	70 .32	70 .33
$\bar{1}1\bar{1},111$	=	70 .32	70 .16
$\bar{1}11,111$	=	70 .32	71 .4
$111,\bar{1}1\bar{1}$	=	109 .28	109 .32
$\bar{1}11,11\bar{1}$	=	109 .28	109 .44

Gli ottaedri sono minutissimi, e non mostrano influenza sulla luce polarizzata.

Colore arancio.

Capo XV.

Cloroplatinato di fosfonio monobromoetilico trietilico.



$$P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Cl + PtCl_2.$$

Hofmann prepara questo sale aggiungendo alla dissoluzione di $P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br$, di cui al capo V, nitrato di argento in guisa da precipitare il bromo combinato col fosfonio trietilico bromoetilico. Filtrando e precipitando con acido cloridrico l' argento, si ottiene un cloruro corrispondente al predetto bro-

(1) Da Lettera privata dell' Hofmann.

muro, ed aggiungendo alla soluzione filtrata una soluzione di bicloruro di platino si ha un precipitato, che è appunto il cloroplatinato del quale ragioniamo. Sciogliendolo con acqua bollente, ed anche meglio con acido cloridrico, si hanno col raffreddamento bellissimi aghi (1).

Sistema monoclino:

100,101 = 55°.59′; 010,111 = 60°.37′; 001,101 = 33°.3′;

Forme osservate:

100,010,110,101,$\bar{1}01$,011,111,$\bar{1}11$,$\bar{2}11$ (*fig.* 70).

Angoli		Calcolati	Osservati
100,010	=	90°.0′	
100,110	=	45 .55	45°.57′
100,101	=	55 .59	55 .51
100,$\bar{1}01$	=	122 .40	122 .40
100,011	=	89 .12	89 .12
100,111	=	60 .50	61 .1
100,$\bar{1}11$	=	117 .56	117 .50
100,$\bar{2}11$	=	137 .4	136 .54
010,110	=	44 .5	
010,101	=	90 .0	
010,$\bar{1}01$	=	90 .0	
010,011	=	55 .49	55 .49
010,111	=	60 .37	
010,$\bar{1}11$	=	60 .14	
010,$\bar{2}11$	=	67 .30	
110,$\bar{1}10$	=	88 .11	88 .7
110,101	=	67 .6	67 .8
110,$\bar{1}01$	=	112 .3	111 .53
110,011	=	65 .35	65 .29
110,$01\bar{1}$	=	66 .48	66 .50

(1) Hofmann. *Researches on the Phosphorus Bases.* — *Proceedings the Royal Society*. Vol. IX. pag. 287.

Angoli		Calcolati	Osservati
110,111	=	46°.15′	46°.6′
110,$\bar{1}1\bar{1}$	=	89 .14	
110,$\bar{1}11$	=	88 .15	
110,$11\bar{1}$	=	46 .57	
110,$\bar{2}11$	=	103 .33	
110,$21\bar{1}$	=	38 .21	
101,$\bar{1}01$	=	66 .41	66 .49
101,011	=	46 .6	46 .2
101,111	=	29 .23	29 .18
101,$\bar{1}11$	=	69 .54	
101,$\bar{2}11$	=	86 .42	
$\bar{1}01$.011	=	46 .28	46 .24
$\bar{1}01$,111	=	69 .49	
101,$\bar{1}11$	=	29 .46	
$\bar{1}01$,$\bar{2}11$	=	29 .36	
011,$01\bar{1}$	=	111 .38	111 .37
011,111	=	28 .22	28 .11
011,$\bar{1}1\bar{1}$	=	109 .11	
011,$\bar{1}11$	=	28 .44	28 .36
011,$11\bar{1}$	=	108 .36	
011,211	=	47 .52	47 .42
011,$21\bar{1}$	=	103 .56	
111,$\bar{1}1\bar{1}$	=	121 .14	121 .23
111,$\bar{1}11$	=	57 .7	56 .49
111,$11\bar{1}$	=	93 .12	
111,$\bar{2}11$	=	76 .14	75 .53
111,$21\bar{1}$	=	82 .5	
$\bar{1}11$,$11\bar{1}$	=	120 .28	
$\bar{1}11$,$\bar{2}11$	=	19 .7	19 .4
$\bar{1}11$,$21\bar{1}$	=	124 .23	
$\bar{2}11$,$21\bar{1}$	=	134 .59 .	

Secondo Naumann:

$$a : b : c :: 0{,}6580 : 1 : 0{,}9685 \quad \gamma = 89^{\circ}.2' ;$$

Forme osservate:

$\infty P \infty$, $\infty P \infty$, ∞P, $- P \infty$, $P \infty$, $P \infty$, $- P$, P, $2 P 2$.

Secondo Weiss:

$a : b : c : : 1 : 0{,}9685 : 0{,}6580$; $aoc = 90°.58'$;

Forme osservate:

$a:\infty b:\infty c$; $\infty a:b:\infty c$; $a:b:\infty c$; $a:\infty b:c$;

$-a:\infty b:c$; $\infty a:b:c$; $a:b:c$; $-a:b:c$; $-\frac{1}{2}a:b:c$.

Secondo Levy:

$MM = 88°.11'$; $MP = 90°.40'$; $b:h::1:0{,}4726$;

Forme osservate:

h', g', M, o', a', e', $d^{\frac{1}{2}}$, $b^{\frac{1}{2}}$, a_2.

Combinazioni osservate:

110,011; 100,$\bar{1}11$,$\bar{1}01$ (*fig.* 71);
110,011,100; 101,$\bar{1}01$ (*fig.* 77 e 78);
110,011; 100,$\bar{1}11$,$\bar{2}11$,$\bar{1}01$ (*fig.* 72);
110,$\bar{1}11$; 100,$\bar{1}01$,011,111 (*fig.* 73);
110,011; 100,$\bar{1}11$,211,111,101 (*fig.* 74);
110,011,100; 010,011,$\bar{1}01$,$\bar{2}11$ (*fig.* 75 e 76).

I cristalli hanno abito di prismi allungati nella direzione [001]. Le faccie della forma 011 sono spesso assai inegualmente sviluppate, come appare dall' esempio indicato nelle figure 75 e 76, ed in quello delle figure 77 e 78. Le forme 111,$\bar{1}11$ e $\bar{2}11$ non hanno sempre in tali casi tutte le loro faccie, come mostra l' esempio delle figure 75 e 76 per la forma $\bar{2}11$.

Sfaldature 100,110.

Splendore vetroso vivace.

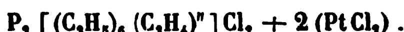
Il piano degli assi ottici è parallelo all' asse di simmetria [010], giacchè attraverso le faccie del prisma 110 scorgonsi anelli, i cui centri sono simmetricamente disposti rispetto a

[010], e sono collocati in un piano più prossimo a 100, che non a 001. La mediana principale è perpendicolare a [010].

Colore arancio volgente al giallo negli aghi minuti, ed al rosso nei cristalli più grossi.

Capo XVI.

Cloroplatinato di difosfonio monoetilenico exaetilico.



$$P_2 [(C_2H_5)_6 (C_2H_4)''] Cl_2 + 2 (PtCl_2).$$

Hofmann prepara questo sale precipitando per mezzo dell'ossido di argento l'iodio contenuto in una soluzione del bioduro di cui al capo XI, cioè $P_2 [(C_2H_5)_6 (C_2H_4)''] I_2$. Trattando poi la soluzione con acido cloridrico, ed aggiungendo bicloruro di platino, si ottiene un precipitato, che è il cloroplatinato qui descritto. Sciogliendolo in acido cloridrico concentrato, e lasciandolo raffreddare si ottiene in aghi determinabili (1).

Sistema monoclino:

$$100,001 = 82°.36';$$

Forme osservate:

100,010,001 (*fig.*37).

Angoli		Calcolati	Osservati
100,010	=	90°.0'	90°.3'
100,001	=	82 .36	82 .36
010,001	=	90 .0	89 .57

Secondo Naumann:

$$\gamma = 82°.36';$$

(1) Hofmann. *Researches on the Phosphorus Bases. — Proceedings of the Roy. Soc.* 24 Feb. 1860.

Forme osservate:

$$\infty P \infty, \quad \infty P \infty, \quad oP.$$

Secondo Weiss:

$$aoc = 97°.24' ;$$

Forme osservate:

$$a:\infty b:\infty c; \quad \infty a:b:\infty c; \quad \infty a:\infty b:c.$$

Secondo Levy:

$$h' P = 97°.24' ;$$

Forme osservate:

$$h', \quad g', \quad P.$$

Combinazione osservata:

100,010,001 (*fig.* 36).

I cristalli hanno abito di aghi assai allungati nella direzione [010], i quali senza il soccorso dei caratteri ottici si scambierebbero per trimetrici. Sono vuoti all' interno, se le loro dimensioni giungono a mezzo millimetro, ed il vuoto a foggia di piramide a tramoggia, cui è base 010, e che scende fino al centro del cristallo, in guisa che la faccia 010 si riduce spesso ad esilissimo anello parallelogrammico. La punta opposta del cristallo è irregolare, come se per essa avesse il cristallo aderito alle pareti del vaso, nel quale ebbe luogo la cristallizzazione.

La faccia 001 è sovente alquanto più ampia di 100, ed i cristalli pigliano allora abito di lamelle.

Sfaldature 100,010,001 nitide e facili, specialmente 010.

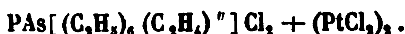
Cristalli otticamente negativi. Il primo degli assi ottici è

parallelo alla linea di simmetria [010] e la mediana principale è perpendicolare a tale linea, e fa angolo di circa 30° colla normale alla faccia 001. Infatti in una lastra parallela a 010 la luce si estingue nelle direzioni indicate nella figura 97, e tra esse la linea prossima alla bisettrice dell' angolo 100,001 si mostra col quarzo di maggiore elasticità. Inoltre si veggono gli anelli attraverso le faccie 001 ed in un piano parallelo alla linea di simmetria 010 ed assai inclinato alla normale a tale faccia. L' angolo degli assi ottici visti in tal guisa attraverso le faccie 001 appare prossimo a 110°.

Splendore vetroso vivace. Colore arancio assai bello.

Capo XVIII.

Cloroplatinato di fosfarsonio monoetilenico exaetilico.



$$PAs[(C_2H_5)_6(C_2H_4)'']Cl_2 + (PtCl_2)_2.$$

Hofmann ad ottenere questo sale fa digerire durante 24 ore, in un tubo suggellato, ed alla temperie di 100°, la trietilarsina col bromuro di fosfonio bromoetilico trietilico. Si ha così una massa salina, che è un bibromuro di fosfarsonio monoetilenico exaetilico, giusta la seguente equazione:



$$P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br + As(C_2H_5)_3 = PAs[(C_2H_5)_6(C_2H_4)'']Br_2.$$

Trattando questo bibromuro a freddo (che a caldo la reazione dà risultati affatto diversi) coll' ossido di argento, si precipita il bromo, e lo si converte in un ossidrato corrispondente, il quale alla sua volta si cangia in cloruro coll' aggiunta dell' acido cloridrico, e somministra quindi il cloroplatinato qui descritto, ove gli si aggiunga bicloruro di platino.

Quasi insolubile nell' acqua; solubile nell' acido cloridrico bollente, dal quale si depone per raffreddamento in cristalli determinabili (1).

(1) Da lettera privata dell' Hofmann.

Sistema triclino:

$$100,010 = 81^\circ.52'; \quad 100,001 = 88^\circ.14'; \quad 010,001 = 89^\circ.9';$$
$$100,\bar{1}11 = 120^\circ.18'; \quad 010,\bar{1}11 = 64^\circ.4';$$

Forme osservate:

$100,010,001,011,02\bar{1},\bar{1}11$ (*fig.* 50).

Angoli		Calcolati	Osservati
100,010	=	81°.52′	81°.52′
100,001	=	88 .14	88 .14
100,011	=	83 .48	83 .52
$100,02\bar{1}$	=	84 .14	
$100,\bar{1}11$	=	120 .18	120 .18
010,001	=	89 .9	89 .9
010,011	=	53 .3	
$010,02\bar{1}$	=	34 .25	34 .28
$010,\bar{1}11$	=	64 .4	63 .53
001,011	=	36 .6	
$001,02\bar{1}$	=	123 .34	123 .38
$001,\bar{1}11$	=	46 .54	46 .37
$011,02\bar{1}$	=	87 .29	
$011,\bar{1}11$	=	36 .30	
$02\bar{1},\bar{1}11$	=	91 .15	

Secondo Naumann:

a : b : c : : 0,8533 : 1,1689 : 1

$\alpha = 81^\circ.53'$; $\beta = 88^\circ.20'$; $\gamma = 90^\circ.36'$;

Forme osservate:

$\infty\bar{P}\infty$; $\infty\breve{P}\infty$; oP; $\breve{P}'\infty$; $2\breve{P}_{,}\infty$; P′.

Secondo Weiss:

a : b : c : : 1 : 1,1689 : 0,8533

aob = 98°.7′; boc = 90°.36′; coa = 91°.40′;

Forme osservate :

$a : \infty b : \infty c$; $\infty a : b : \infty c$; $\infty a : \infty b : c$; $\infty a : b : c$; $\infty a : b : -2c$; $-a : b : c$.

Secondo Levy :

MT = 98°.8′; MP = 90°.51′; PT = 91°.46′

D : F : H : : 1 : 1,1689 : 0,8533 ;

Forme osservate:

T, M, P, d′, c^{1}, e′.

Combinazioni:

100,010,001 (*fig.* 46);
100,010,001; $\bar{1}11$ (*fig.* 47);
100,010,001; $\bar{1}11$,$02\bar{1}$
100,010,001; $\bar{1}11$,$02\bar{1}$,011 (*fig.* 48).

Geminati ad asse di geminazione [001] figura 49. Si potè accertare per osservazioni di zone e misure di angoli, che l'asse di geminazione è veramente parallelo allo spigolo [001], e non perpendicolare ad una faccia del sistema cristallino. Infatti nel geminato della figura 49 la sola zona [001] è comune ai due gemelli, ed inoltre le faccie $\bar{1}00$ e ($\bar{1}00$) dei due gemelli, come pure 010 e ($0\bar{1}0$) si mostrarono prossimamente parallele.

Nel geminato della figura 49 la linea di congiunzione dei gemelli sulle faccie 010 è parallela a [001], ma se ne rinvenne un altro, in cui la linea di congiunzione è quasi perpendicolare a [001], ed il cui abito è quindi assai diverso dal geminato della figura 49.

I cristalli hanno abito di piccolissimi prismi talvolta allungati nella direzione [001].

Sfaldature 100 e 001 nitide, e così facili, che talvolta si manifestano durante la misura, forse a cagione del calore irradiante dalla faccia, che per la estrema piccolezza dei cristalli è forza avvicinar loro di moltissimo.

Colore arancio rossigno.

Nei geminati come quelli della figura 49, esaminati al microscopio polarizzatore normalmente a 010, il piano di polarizzazione non è alterato nella direzione di due linee, che fanno angolo di 26° circa coll'asse di geminazione. Una lastra di quarzo parallela al proprio asse svolge colori, se posta secondo le direzioni predette.

Capo XVIII.

Cloroplatinato di fosfammonio monoetilenico tetraetilico.



$$NP[H_2(C_2H_5)_4(C_2H_4)''] Cl_2 + 2(PtCl_2).$$

Hofmann ottiene questo sale facendo agire la etilamina $N[H_2(C_2H_5)]$ sul bromuro di fosfonio monobromoetilico trietilico, di cui al capo V. Le due sostanze si combinano con svolgimento di calore, e danno un bibromuro di fosfammonio monoetilenico tetraetilico, giusta l'equazione:



$$P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br + N[H_2(C_2H_5)] = NP[H_2(C_2H_5)_4(C_2H_4)'']Br_2.$$

Trattando questo bibromuro con ossido di argento per eliminarne il bromo, ed aggiungendo poscia acido cloridrico, e finalmente bicloruro di platino, si ha il cloroplatinato qui descritto.

La sua costituzione è analoga a quella di un cloroplatinato di ammonio biatomico $N_2H_8Cl_2 + 2(PtCl_2)$, nel quale un equivalente di azoto sia sostituito dal fosforo, quattro equivalenti di idrogeno da altrettanti di etile, e due altri equivalenti di idrogeno da un equivalente di etilene biatomico.

Solubile nell'acqua bollente, da cui si ottiene in cristalli determinabili (1).

Sistema monoclino:

100,101 = 43°.35'; 010,111 = 55°.36'; 001,101 = 43°.17';

(1) Da lettera dell'Hofmann.

Forme osservate:

100,001,110,011 (*fig.* 42).

Angoli		Calcolati	Osservati
100,001	=	86°.52′	86°.52′
100,110	=	44 .55	45 .8
100,011	=	87 .47	87 .38
001,110	=	87 .47	87 .53
001,011	=	44 .46	44 .47
110,$\bar{1}$10	=	90 .10	90 .10
110,011	=	58 .21	58 .5
110,01$\bar{1}$	=	61 .59	62 .11
011,01$\bar{1}$	=	90 .29	90 .29

Secondo Naumann:

a : b : c : : 0,9945 : 1 : 1,0013; γ = 86°.52′;

Forme osservate:

∞P∞, oP, ∞P, P∞.

Secondo Weiss:

a : b : c : : 1 : 1,0013 : 0,9945; aoc = 93°.8′;

Forme osservate:

a : ∞b : ∞c; ∞a : ∞b : c; a : b : ∞c; ∞a : b : c.

Secondo Levy:

MM = 90°.10′; MP = 92°.13′; b : h : : 1 : 0,7027;

Forme osservate:

h′, P, M, e′.

Combinazioni osservate:

110,011 (*fig.* 41);
110,011; 001 (*fig.* 40);
100,001,110,011 (*fig.* 38 e 39).

I cristalli sono emiedri. Le faccie 100 e 001 hanno le loro parallele, ma delle quattro faccie delle forme 110 e 011 non si osservarono mai che due non parallele, come indicano le citate figure.

Tutti i cristalli osservati hanno le faccie $110,\bar{1}10$ e le faccie $0\bar{1}1,0\bar{1}\bar{1}$ come nelle figure 38, 40 e 41. Un solo cristallo (*fig.* 39) mostrò per contro le faccie $\bar{1}\bar{1}0,1\bar{1}0$ e le faccie $011,01\bar{1}$. È chiaro che il cristallo della figura 39 è simmetrico, ma non sovrapponibile al cristallo della figura 38.

I cristalli hanno spesso abito di tavole triangolari come nelle figure 38 e 39; talvolta invece sono tetraedri (*fig.* 41), o tetraedri con troncature come nella figura 40.

Le faccie sono assai brillanti, ma sempre alquanto o molto rotondate, per cui danno al goniometro più immagini e misure disparate. Giovino ad esempio di queste discrepanze le osservazioni fatte sopra due cristalli.

Angoli osservati		Sul 1°. cristallo	Sul 2°. cristallo	Calcolati
100,001	=	86°.30′	87°.24′	86°.52′
100,110	=	45 .7	44 .39	44 .5
$\bar{1}00,\bar{1}10$	=	45 .2	45 .47	
$100,0\bar{1}1$	=	87 .10	88 .0	87 .47
$\bar{1}00,0\bar{1}\bar{1}$	=	87 .27	87 .55	
001,110	=	87 .30	88 .10	87 .47
$00\bar{1},\bar{1}10$	=	87 .38	87 .38	
$001,0\bar{1}1$	=	44 .2	45 .16	44 .46
$\bar{0}01,0\bar{1}\bar{1}$	=	45 .43	44 .52	
$110,\bar{1}10$	=	90 .41	90 .25	90 .10
$110,0\bar{1}1$	=	117 .20	118 .10	118 .1
$\bar{1}10,0\bar{1}\bar{1}$	=	118 .13	117 .24	
$110,0\bar{1}\bar{1}$	=	121 .43	121 .49	121 .39
$\bar{1}10,0\bar{1}1$	=	121 .24	122 .30	
$0\bar{1}1,0\bar{1}\bar{1}$	=	90 .15	89 .52	90 .29

E vuolsi notare, che nel quadro precedente si assunse la media delle letture fatte corrispondentemente a 100 ed alla sua parallela $\bar{1}00$, come pure a 001 ed alla sua parallela $00\bar{1}$, poichè altrimenti le differenze tra gli angoli, che dovrebbero essere eguali, riescono anche maggiori di ciò, che appare dal quadro precedente.

Gli angoli registrati nel quadro della pagina 48 come risultanti dalla osservazione sono le medie delle misure prese sopra sei cristalli diversi, alle quali si diedero pesi diversi a seconda della perfezione dei cristalli. È degno di nota, come codeste medie non si scostino molto dai risultati del calcolo, quando si assumano per esatte le osservazioni degli angoli 100,001; 110,$\bar{1}10$; 011,$01\bar{1}$.

Un'altra difficoltà, che s'incontra nell'esatta determinazione di questi cristalli, è il piccolo divario tra gli angoli delle zone [001] e [100], ossia la quasi identità dei tre assi *a*, *b*, *c* di Naumann e Weiss. Infatti 110,$\bar{1}10$ = 90°.10′; 011,$01\bar{1}$ = 90°,29′ sono i risultati delle medie delle osservazioni, ma le discrepanze fra le misure speciali sono assai superiori ai 19′ di cui differiscono tali angoli. E così a modo di esempio si osserva nel quadro delle misure prese sopra i due cristalli della pagina precedente, che in essi è mediamente (precisamente all'opposto di ciò che dovrebbe essere) 110,$\bar{1}10$ > 90°.29′, e 011,$01\bar{1}$ < 90°,10′.

A ciò si aggiunge ancora, che girando uno di questi cristalli per esempio quello della figura 38 di 180° attorno [100] e poscia di 86°.52′ attorno [010], esso viene ad occupare una posizione come quella della figura 98, le cui faccie sarebbero onninamente parallele a quelle della figura 38 se fosse 110,$\bar{1}10$ = $0\bar{1}1$,$0\bar{1}\bar{1}$. Ora siccome il divario fra questi due angoli non è con sicurezza discernibile stante la imperfezione delle faccie dei cristalli, così ne nasce, che dalle misure degli angoli, non si ha criterio sicuro per distinguere le faccie 110 dalle faccie 011, e per orientare i cristalli.

Il solo criterio, che in realtà ci guidò nella orientazione dei cristalli non fu altro che il seguente, il quale a dir lo vero è non poco debole. Si osservò infatti in tutti i cristalli tabulari come quelli della figura 38, che mentre le due faccie ivi simboleggiate con 110 e $\bar{1}10$ erano pressochè egualmente sviluppate,

delle due faccie posteriori simboleggiate con $0\bar{1}1$ e $0\bar{1}\bar{1}$, l'una $0\bar{1}1$ era assai più sviluppata dell'altra $0\bar{1}\bar{1}$. Un simile fatto si osserva pure nei cristalli tetraedrici come quelli della figura 41, benchè vi sia meno distinto. Si ammise quindi, che in tutti questi cristalli le coppie di faccie egualmente sviluppate appartenessero alla forma 110, e le coppie di faccie inegualmente sviluppate alla forma 011. Ma egli è chiaro che, se la ineguaglianza di sviluppo delle faccie non risultasse che dalla posizione del cristallo nell'atto della sua formazione, e non fosse conseguenza della sua intima struttura, come l'esperienza ha in tanti casi dimostrato, il criterio da noi adottato sarebbe fallace. Quindi è, che non possiamo neppure con sicurezza affermare quale dei due angoli 110,$\bar{1}10$ ovvero 011,$01\bar{1}$ sia il maggiore.

La piccolezza dei cristalli fu di ostacolo allo studio delle sfaldature.

Colore arancio rossigno.

Il piano di polarizzazione della luce non cangia nel passare attraverso le faccie 001,$00\bar{1}$ e le faccie 100,$\bar{1}00$ nella direzione [010].

Capo XII.

Cloroplatinato di fosfammonio monoetilenico trietilico.



$$NP[H_3(C_2H_5)_3(C_2H_4)'']Cl_2 + 2(PtCl_2).$$

Aggiungendo ammoniaca alla soluzione alcoolica del bromuro di fosfonio monobromoetilico trietilico, di cui al Capo V. ottenne Hoffmann un bromuro di fosfammonio etilenico trietilico, giusta la seguente equazione:



$$P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br + NH_3 = NP[H_3(C_2H_5)_3(C_2H_4)'']Br_2;$$

la cui costituzione sarebbe analoga a quella di un dibromuro di ammonio diatomico $N_2H_8Br_2$, in cui un equivalente di azoto sarebbe sostituito dal fosforo, e degli otto equivalenti di idrogeno sarebbero due sostituiti da un equivalente di etilene diatomico, tre da tre equivalenti di etile, e tre rimarrebbero intatti.

Precipitando il bromo mediante l'ossido di argento, trattando la soluzione con acido cloridrico, e poscia aggiungendo bicloruro di platino, si ottiene un precipitato, che è il cloroplatinato descritto. Ripigliandolo poscia con acqua bollente, si ponno avere cristalli determinabili (1).

Sistema trimetrico:

100,110 = 59°.50′; 001,101 = 70°.38′;

Forme osservate:

100,010,110,101 (*fig.* 45).

Angoli		Calcolati	Osservati
100,010	=	90°.0′	89°.40′
100,110	=	59 .50	59 .55
100,101	=	19 .22	19 .27
010,110	=	30 .10	
010,101	=	90 .0	
110,$\bar{1}$10	=	60 .20	60 .10
110,101	=	61 .42	61 .37
101,10$\bar{1}$	=	38 .44	38 .54

Secondo Naumann:

a : b : c : : 2,8449 : 1 : 0,5812;

Forme osservate:

$\infty \breve{P} \infty$, $\infty \bar{P} \infty$, ∞P, $\breve{P} \infty$;

Secondo Weiss:

a : b : c : : 1 : 0,5812 : 2,8449;

(1) Hofmann. *Researches on the Phosphorus Bases. — Proceedings of the Roy. Soc.* N°. 56, 1859.

Forme osservate:

a : ∞ b : ∞ c;   ∞ a : b : ∞ c;   a : b : ∞ c;   a : ∞ b : c.

Secondo Levy:

MM = 119°.40′;   b : h : : 1 : 2,4596;

Forme osservate:

g′, h′, M, e′;

Combinazioni osservate:

100,110,101   (*fig.* 43);
100,110,101; 010   (*fig.* 44).

I cristalli hanno abito di tavole rettangolari allungate nel senso [001]. Le faccie 101 sono appannate, le altre sono invece brillanti.

Sfaldatura 010 imperfetta.

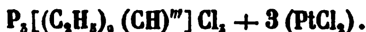
Cristalli otticamente negativi. Gli assi ottici sono nel piano 001, e la bisettrice parallela a [100], cioè perpendicolare alla faccia 100. L' angolo esterno degli assi ottici pare vicino a 60°.

Colore arancio rossigno.

Durezza maggiore di quella del gesso.

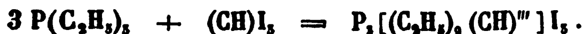
Capo XI.

Cloroplatinato di trifosfonio monoformilico nonoetilico.



$$P_3[(C_2H_5)_9(CH)'''] Cl_3 + 3(PtCl_2).$$

Aggiungendo poco a poco cristalli di iodoformio alla trietilfosfina finchè la temperie più non si elevi, ottiensi una massa viscosa, che trattata con alcole dà un precipitato cristallino, il quale sarebbe un triioduro di trifosfonio monoformilico nonoetilico, giusta l' equazione



$$3\,P(C_2H_5)_3 + (CH)I_3 = P_3[(C_2H_5)_9(CH)''']I_3.$$

Trietilfosfina   Iodoformio   Nuovo triioduro.

Il nuovo triioduro avrebbe una costituzione analoga a quella di un triioduro di ammonio triatomico $N_3H_{12}I_3$ nel quale all'azoto si sostituisse fosforo, a nove equivalenti di idrogeno altrettanti equivalenti di etile, ed ai tre rimanenti equivalenti di idrogeno un equivalente di formile $(CH)'''$ triatomico.

Trattando la soluzione del triioduro con ossido di argento per separarne l'iodio, ed aggiungendo poscia acido cloridrico, si converte il triioduro in tricloruro. Alla dissoluzione del tricloruro aggiungendo finalmente bicloruro di platino si ha il cloroplatinato triatomico qui descritto.

Insolubile nell'acqua, solubile nell'acido cloridrico bollente (1).

Sistema monoclino:

100,101 = 46°.2'; 010,111 = 48°.27'; 001,101 = 43°.28';

Forme osservate:

100,010,001,101,111 (*fig.* 55).

Angoli		Calcolati	Osservati
100,010	=	90°.0'	90°.4'
100,001	=	89 .30	89 .30
100,101	=	46 .2	46 .2
100,111	=	58 .42	58 .47
010,001	=	90 .0	89 .56
010,101	=	90 .0	90 .7
010,111	=	48 .27	48 .27
001,101	=	43 .28	43 .28
001,111	=	57 .6	57 .7
101,111	=	41 .33	41 .47
111,$\bar{1}\bar{1}$1	=	96 .54	

Secondo Naumann:

$a : b : c :: 0,9558 : 1 : 0,7762; \quad \gamma = 89°.30';$

(1) Hofmann. *Researches on the Phosphorus Bases. — Proceedings of the Roy. Soc.* Vol. x. pag. 189.

Forme osservate :

$\infty P \infty$; $\infty P \infty$; oP; $-P\infty$, $-P$.

Secondo Weis :

a . b : c : : 1 : 0,7762 : 0,9558 ; $\gamma = 90^\circ.30'$;

Forme osservate :

a : ∞ b : ∞ c; ∞ a : b : ∞ c; ∞ a : ∞ b : c; a : ∞ b : c; a : b : c.

Secondo Levy :

MM = 75°.38' ; MP = 90°.18' ; b : h : : 1 : 0,7550 ;

Forme osservate :

h', g', P, o', $d^{\frac{1}{2}}$.

Combinazioni :

100,010,001 (*fig.* 51 e 53);
100,010,001; 101,111 (*fig.* 52).

I cristalli hanno abito di piccoli prismi allungati nella direzione [010] come nelle figure 51 e 52, ma talora si mostrano in tavole rettangolari come nella figura 53.

Geminati ad asse di geminazione [001] figura 54. I cristalli geminati sono assai più frequenti dei semplici, e giovano ad accertare il sistema cristallino della sostanza, poichè con un nuovo angolo rientrante rendono evidente che l' angolo 100,001 non è retto.

Sfaldature 100,010,001 facili e perfette.

Alla luce polarizzata si scopre come oltre a [010] siano assi di elasticità due rette l' una quasi normale, e l' altra quasi parallela alla faccia 101.

Splendore vetroso maggiore sopra 100 e 010 che non sopra 001.

Colore arancio rosso.

Capo XXI.

Combinazione dell' ossido di trietilfosfina coll' ioduro di zinco.



$P(C_2H_5)_3 O, ZnI$.

Hofmann ottiene questo composto mescolando una dissoluzione di ossido di trietilfosfina con una dissoluzione di ioduro di zinco; si forma così un precipitato cristallino, che ridisciolto con alcole si depone da questo in bei cristalli.

Fonde a 99°. Facilmente solubile in acqua calda, ed anche più nell' alcole (1).

Sistema monoclino:

100,101 = 34°.25′; 010,111 = 50°.16′; 001,101 = 48°.48′.

Forme osservate:

100,010,001,110,011,111 (*fig.* 69).

Angoli		Calcolati	Osservati	
			nei geminati	*nei cristalli semplici*
100,010	=	90°.0′		
100,001	=	83 .13	82°.57′	83°.23′
100,110	=	47 .39	47 .48	47 .42
100,011	=	86 .10	86 .10	
100,111	=	50 .37	50 .21	
010,001	=	90 .0		
010,110	=	42 .21		42 .19
010,011	=	34 .24		
010,111	=	50 .16		
001,110	=	85 .26	85 .18	85 .23
001,011	=	55 .36	55 .44	
001,111	=	59 .34	59 .39	

(1) Da lettera privata di Hofmann.

Angoli		Calcolati	Osservati	
			nei geminati	*nei cristalli semplici*
$110,\bar{1}10$	=	84°.42′	84°.29′	84°.38′
$110,011$	=	49 .6		
$110,01\bar{1}$	=	55 .37		
$110,111$	=	25 .52	25 .30	
$110,\bar{1}1\bar{1}$	=	87 .25		
$011,01\bar{1}$	=	68 .48	68 .32	
$011,111$	=	35 .33	35 .44	
$011,\bar{1}1\bar{1}$	=	76 .3		
$111,\bar{1}1\bar{1}$	=	100 .32	100 .37	

Secondo Naumann:

a:b:c:: 1,3312:1:0,9052; $\gamma = 83°.13'$;

Forme osservate:

$\infty \bar{P} \infty$; $\infty \breve{P} \infty$; oP; ∞P; $\bar{P} \infty$; —P.

Secondo Weiss:

a:b:c::1:0,9052:1,3312; aoc = 96°.47′;

Forme osservate:

a:∞b:∞c; ∞a:b:∞c; ∞a:∞b:c; a:b:∞c; ∞a:b:c; a:b:c.

Secondo Levy:

MM = 84°.42′; MP = 94°.34′; b:h::1:0,9869;

Forme osservate:

h′, g′, P, M, e′, $d^{\frac{1}{2}}$.

Combinazioni osservate:

110,001 (*fig.* 59);

110,001;100 (*fig.* 60). Talvolta le due faccie 110 e $\bar{1}10$ sono molto inegualmente sviluppate come nella fig. 61.

110,001; 100,010 (*fig.* 62).
001,100,110,111
001,100,110,111; 011
001,100,110,111; 011,010 (*fig.* 63).

Geminati cui è asse di geminazione [100], ovvero faccia di geminazione 001 = oP (Naumann) = ∞a : ∞b : c (Weiss) = P (Levy).

I geminati sono talvolta semplici come nella figura 64, e sono invece tal altra difficilissimi a distinguersi dai cristalli trimetrici, come nella figura 67. Abbiasi un gruppo di quattro cristalli girati gli uni rispetto agli altri di 180° attorno [100] come nella figura 65. Tolte le linee di congiungimento dei piani coincidenti, e supposto riempiuto l'intervallo fra i quattro cristalli, il gruppo avrà, come nella figura 66, i caratteri geometrici di un cristallo trimetrico. Da analogo gruppo sono costituiti i geminati della figura 67.

Succede qualche volta, che più gruppi come quelli della figura 67 si congiungano tra loro secondo 001 e siano sempre girati gli uni rispetto agli altri di 180° attorno a [100].

È degno di nota, come i cristalli delle figure 59, 60, 61, 62, 64 siansi ottenuti in presenza dell' acido cloridrico, e che soluzioni scevre da questo acido abbiano somministrato soltanto cristalli come quelli della figura 67, in cui si scorge bene sulle faccie 001 qualche traccia della linea di congiungimento dei gemelli, ma che senza il soccorso della sfaldatura, e dei caratteri ottici si riterrebbero per trimetrici.

Sfaldature 001 nitidissima e facilissima, e 110 nitida e secca. I gruppi di geminati come quello della figura 67 sfaldati secondo 110 presentano scanalature analoghe a quelle dei feldispati triclini.

Splendore vetroso nelle fratture e nelle sfaldature, grasso nelle faccie.

Durezza di poco superiore a quella del gesso.

Cristalli otticamente positivi: è mediana principale l' asse di simmetria cioè [010]. Si vedono gli anelli colorati attraverso le faccie di sfaldatura 110, ed il piano degli assi ottici sembra perpendicolare allo spigolo del prisma 110. Attraverso le faccie di sfaldatura dei geminati della figura 67 si vedono due sistemi

di anelli piuttosto vicini, i quali si riferiscono ai due ordini di gemelli, che costituiscono il geminato.

L'angolo degli assi ottici visti attraverso le faccie 110 e $\bar{1}10$ è di circa 74°. In un esemplare si poterono grossolanamente determinare gli indici di rifrazione attraverso 001 e $01\bar{1}$. Si trovò il minimo indice di rifrazione $\gamma = 1,58$ circa, e siccome gli assi ottici esterni si scostano solo di 5°.21' dalle normali alle faccie 110 e $\bar{1}10$, per cui non si avrà divario notevole sostituendo all'indice medio l'indice minimo di rifrazione, si può conchiudere che l'angolo interno degli assi ottici non si scosta molto da 78°.

Capo XXII.

Combinazioni di ossicloruro di trietilfosfina con bicloruro di platino.



$$[P(C_2H_5)_3O]_3\,[P(C_2H_5)_3Cl_2] + 2(PtCl_2).$$

Hofmann ottiene questo bellissimo sale aggiungendo ossido anidro di trietilfosfina $P(C_2H_5)_3O$ ad una soluzione concentrata di bicloruro di platino nell'alcole assoluto. Per svaporazione spontanea dalla soluzione alcoolica si ottengono bellissimi cristalli tabulari aventi talvolta quasi un centimetro di lunghezza.

I cristalli all'aria si appannano, e si rivestono di uno straterello bianchiccio. Sono solubilissimi nell'acqua, assai solubili nell'alcole, ed insolubili nell'etere (1).

Sistema monoclino:

100,101 = 27°.19'; 010,111 = 41°.4'; 001,101 = 46°.23';

Forme osservate:

100,001,110,$\bar{1}01$,$\bar{1}11$,$\bar{1}12$ (*fig.* 58).

(1) Da lettera privata dell'Hofmann.

Angoli		Calcolati	Osservati
100,001	=	73°.42′	73°.30′
100,110	=	56 .41	
100,$\bar{1}$01	=	143 .30	
100,111	=	116 .39	
100,$\bar{1}$12	=	108 .18	
001,110	=	81 .8	81 .8
001,$\bar{1}$01	=	69 .48	69 .48
001,$\bar{1}$11	=	78 .54	78 .51
001,$\bar{1}$12	=	61 .15	61 .14
110,$\bar{1}$10	=	66 .38	66 .38
110,$\bar{1}$01	=	116 .12	116 .23
110,$\bar{1}$11	=	63 .26	
110,11$\bar{1}$	=	19 .59	
110,$\bar{1}$12	=	63 .26	
110,11$\bar{2}$	=	37 .37	
$\bar{1}$01,$\bar{1}$11	=	56 .6	
$\bar{1}$01,$\bar{1}$12	=	52 .46	52 .32
$\bar{1}$11,11$\bar{1}$	=	67 .49	
$\bar{1}$11,$\bar{1}$12	=	17 .39	
111,11$\bar{2}$	=	73 .52	
$\bar{1}$12,11$\bar{2}$	=	84 .17	

Secondo Naumann:

a : b : c : : 1,5776 : 1 : 0,6308; γ = 73°.42′;

Forme osservate:

∞P∞; oP; ∞P; P∞; P; $\frac{1}{2}$P.

Secondo Weiss:

a : b : c : : 1 : 0,6308 : 1,5776; aoc = 106°.28′;

Forme osservate:

a : ∞b : ∞c; ∞a : ∞b : c; a : b : ∞c; —a : ∞b : c; —a : b : c; —a : b : $\frac{1}{2}$c.

Secondo Levy:

$$MM = 66^\circ.38' ; \quad MP = 98^\circ.52' ; \quad b:h::1:1,3343 .$$

Forme osservate:

$$h', \quad P, \quad M, \quad a', \quad b^{\frac{1}{2}}, \quad b' .$$

Combinazioni osservate:

$001,100,110$ (*fig.* 56)
$001,110,\bar{1}12,\bar{1}01$
$001,110,\bar{1}12,\bar{1}01; 100,\bar{1}11$ (*fig.* 57).

Sfaldature $\bar{1}01$ e 110 nitide e facili.

Colore rosso arancio.

Gli assi ottici sono entro 010, cioè nel piano di simmetria: si veggono attraverso le faccie 001, e le sfaldature $\bar{1}01$, e fanno allora angolo esterno di circa 64°. Gli angoli fatti dagli assi ottici colle normali alle faccie $10\bar{1}$ e 001 sono prossimamente, quali appaiono dalla figura 99, di $60^\circ.12'$ circa e di 14° circa. La posizione di questi assi rispetto alle faccie si determinò col metodo adottato dal S. di Senarmont (1). Si produsse cioè un geminato artificiale coll' appiccicare con balsamo del Canadà due cristalli secondo 001, e dopo averne girato uno di 180° attorno alla normale a 001, si ebbe l' angolo fatto dai due assi ottici emergenti da $\bar{1}01$.

(*continua*)



(1) H. de Senarmont. *Recherches sur les propriétés optiques biréfringentes des corps isomorphes.* XXXIII. *Annales de Chimie et de Physique* 3e. Série.

SULLE MODIFICAZIONI CHE LE DIVERSE RESISTENZE PRODUCONO IN UNA CORRENTE D'INDUZIONE.

Il sig. Magnus nella seduta generale dell'Accademia di scienze a Berlino del 6 Giugno 1861, comunicò quanto segue:

La forte conducibilità che ha pel calorico l'idrogene m'indusse a confrontare la conducibilità che ha questo gas anche per l'elettricità con quella di altri gas. Le molte difficoltà che incontrai mi fecero ammettere, che in certe circostanze non ancora studiate, hanno luogo correnti alternanti che determinano le irregolarità da me osservate nella deviazione dell'ago. Si trattava di trovare coll'esperienza in quali condizioni nascono siffatte correnti.

È noto come il sig. Poggendorff abbia dimostrato, che introducendo una bottiglia elettrica nel filo interpolare di un apparato d'induzione nel quale trovisi un uovo elettrico e le correnti abbiano un'unica direzione, i due fili polari nell'uovo si vestono d'una luce azzurra. Siccome allora anche l'ago d'un galvanometro che è già dalla corrente deviato non soffre più altra deviazione, Poggendorff ne concluse che le correnti alternanti erano prodotte dall'introduzione della bottiglia. D'allora in poi l'apparire della luce sui due fili polari dell'uovo elettrico fu considerato come un criterio della presenza di correnti alternanti, tanto più che il sig. Riess aveva già prima prodotto questo fenomeno mediante correnti alternantisi rapidamente. Veramente potrebbe darsi che la luce azzurrina sui due poli non fosse indizio costante della presenza di correnti alternanti, ma non è facile trovar altre cause di questo fenomeno, nè io volgo molto in là le indagini su questa causa. Avverto per l'intelligenza di quel che segue che l'espressione *correnti alternanti* non significa altro che l'apparire d'una luce negativa ai due poli. Il Dott. Paalzon ha utilizzato recentemente questo fenomeno come mezzo di prova in un suo lavoro « Sui diversi modi di scaricare la batteria di Leyda e sulla direzione delle correnti principali e secondarie di essa ». Egli applicò i così detti tubi di Geissler osservandoli tra i poli di un elettro-magnete in

azione. Io adoperai tubi della lunghezza di 75 a 150^{mm} e del diametro di 5 a 15^{mm}, chiusi dopo che l'aria era stata ridotta colla macchina pneumatica a 4 o 6 millimetri di pressione. Dei fili di alluminio fissati a fili sottili di platino erano saldati con essi dentro al vetro, e le loro punte distavano da 6 a 40^{mm} una dall'altra. Se si fa uso di fili esclusivamente di platino, i tubetti si ricoprono tosto all'interno d'una materia nera che li rende quasi opachi; ciò che non accade coll'alluminio come ne ha fatto esperienza da lungo tempo il sig. Geissler (1). Questi tubi che servono a scoprire la direzione delle correnti, io li distinguerò col nome di tubi di prova.

Negli esperimenti furono utilizzate soltanto correnti d'induzione. Io teneva a mia disposizione due apparati d'induzione, entrambi di Ruhmkorff in Parigi. Uno piccolo di antica costruzione, le cui dimensioni posso supporre già note, e l'altro comparativamente più grande, terminato appena da pochi mesi di cui il filo d'induzione è lungo 40,000 metri con un diametro di 0^{mm},13 senza la seta di cui è rivestito.

Serviva per ambedue una pila di due elementi di Bunsen. Con essa l'apparato grande mi dava scintille di 3 o 4 centimetri di lunghezza all'aria libera. Se si facesse agire questo apparato con una pila di grandezza proporzionata si avrebbero scintille anche di 39 centimetri di lunghezza. Ma una tal forza era soverchia pei nostri esperimenti. Oltre al tubetto di prova fu adoperato un altro tubo che conteneva due fili di platino dello spes-

(1) *N. B.* È stato molte volte sostenuto che ha luogo un trasporto di particelle di platino dal polo negativo verso il positivo. Non mi pare che si possa asserire la stessa cosa per le correnti d'induzione; poichè facendo passare la scarica per molto tempo nella medesima direzione attraverso un tubo come quello sopra descritto, il quale però contenga solamente dei fili di platino, si vede il tubo ricoprirsi d'una polvere nera in quella parte soltanto, dove si trova il filo negativo, mentre nulla si vede in vicinanza del polo positivo. Io credo pertanto che la polvere nera provenga da una volatilizzazione o da una dispersione di particelle del filo negativo, non però verso il polo positivo. Infatti se il tubo contiene dei fili di alluminio tanto brevi che la luce negativa si estenda anche oltre una parte del filo di platino al quale l'alluminio è fissato, si ha una polvere nera in vicinanza soltanto del platino, dunque ben lungi dal filo positivo.

sore d'un millimetro, arrotondati, che potevano essere tenuti discosti a piacere mediante un turacciolo forato. Per diradare l'aria in questo tubo, lo posi sulla macchina pneumatica. L'apparecchio si differenzia dall'uovo elettrico per ciò solo ch' esso è più stretto e più lungo e permette uno scostamento maggiore ai due fili polari. Io lo chiamerò tubo ad aria.

Introdotto questo tubo contemporaneamente all'altro tubetto di prova nella corrente indotta da uno dei due apparecchi d'induzione, e scorgendosi per una certa rarefazione e una certa distanza dei poli, correnti semplici soltanto, si manifestavano correnti alternanti appena che i poli fossero allontanati di tanto, che l'elettricità non passasse più tra loro in una linea lucente, ma si diffondesse da ambedue i poli in forma di fiocco. Allontanando di più i fili l'uno dall'altro si mostravano sempre nel tubo correnti alternanti. Invece di allontanare i poli si può ottenere lo stesso effetto aumentando successivamente la rarefazione dell'aria nel tubo; qui pure cominciano le correnti a venire alternanti appena abbia luogo nel tubo la scarica in forma di fiocco.

Io credetti dover concludere da ciò che un aumento di resistenza cagionasse le correnti alternanti, e provai invece della resistenza dell'aria quella d'un liquido o di un conduttore solido. Al tubo ad aria fu sostituito un tubo di vetro lungo un metro e del diametro di 3^{mm}, nel quale due fili di platino potevano essere accostati o allontanati a piacere. Riempito questo tubo d'una soluzione salina, non mi riuscì di avere correnti alternanti, neppure se il sale fosse 0,25 $^{0}/_{0}$ di solfato di potassa e i fili venissero allontanati anche di 900^{mm}. Quando invece il tubo conteneva acqua pura, l'effetto era lo stesso che facendo uso del tubo ad aria. Cioè per una certa distanza dei fili si avevano soltanto correnti semplici, e per una distanza maggiore diventavano alternanti. Anche col mezzo di resistenze metalliche mi venne fatto di produrre correnti alternanti, ma quando insieme al tubetto di prova non s'introduceva un altro tubo ad aria o ad acqua, era necessaria la resistenza della spirale lunga 40,000 metri dell'apparecchio grande di induzione, ma poi si producevano assai chiaramente coll'apparecchio piccolo.

Anche coll'aumentare la resistenza in altro modo si ha lu-

ce negativa ai due fili. Lasciando passare nell'aria le scintille del grande apparato d'induzione e introducendo nel filo conduttore un tubo di prova, finchè lo scoppio dura vivace, si ha luce negativa ad uno solo dei poli; mentre quando le scintille passano fischianti attraverso l'aria, si ha luce negativa ai due poli del tubo di prova.

Parimente si ha luce negativa ai due fili introducendo una foglietta di talco nel circuito tutto di metallo fino al tubo di prova. L'effetto medesimo è prodotto (come ha dimostrato Poggendorff) da una bottiglia di Leida che venga introdotta direttamente nella corrente.

Se invece d'introdurre il tubo di prova nel filo di induzione, lo si fissa ad un solo dei capi e si porta l'altro capo in terra si hanno egualmente correnti alternanti, o per esprimermi con maggiore circospezione, si ha luce negativa ai due poli.

Facendo passare in un piccolo tubo che contenga aria assai rarefatta un filo solo, e fermandolo ad uno dei capi del filo d'induzione, mentre l'altro è in comunicazione colla terra, purchè il tubo sia completamente isolato si ottiene su quel filo una luce costantemente negativa, sia che il tubo venga fermato all'uno od all'altro capo del filo d'induzione, e stando pure fisso ad un medesimo capo, abbia la corrente nel filo qualunque direzione. L'intensità di questa luce aumenta quando si avvicini dall'esterno al tubetto un conduttore.

In che modo agisca il vetro durante la scarica si argomenta da questo fatto. Quando il tubo ad aria è introdotto nel circuito, e la distanza dei fili è regolata in modo che passino soltanto correnti semplici, mentre se la distanza si aumenta di poco, le correnti divengono alternanti, cessa il passaggio da un filo all'altro quando si prenda fra le mani il tubo, intanto che si manifestano correnti alternanti nel tubo di prova introdotto contemporaneamente. Si vede quindi che l'elettricità del tubo ad aria passa nel vetro. Lo stesso fenomeno si vedeva nell'uovo elettrico, soltanto che questo essendo molto più capace, bisognava fasciarlo di stagnola per abbracciarlo colla mano. Allontanata la mano, si doveva aspettare un certo tempo perchè il passaggio dell'elettricità tornasse a farsi da un filo nell'altro.

I fatti esposti ci portano a concludere che scegliendo la di-

stanza dei poli nel tubo ad aria o ad acqua in modo che l'apparecchio grande di induzione dia correnti semplici, sostituito poi l'apparecchio piccolo si hanno correnti alternate. Ciò vuol dire che la resistenza nel tubo ad aria è troppo grande per l'intensità della corrente che l'apparecchio produce, e quindi la scarica non si effettua in una linea decisa di luce, ma in forma di fiocco molto diffuso.

Le correnti alterne non si hanno solamente quando la resistenza è soverchia rispetto all'intensità della corrente, ma si hanno ancora quando la resistenza è troppo piccola per la scarica.

Regolando la distanza dei poli nel tubo ad aria così che l'apparato piccolo dia correnti semplici, e sostituendo al medesimo l'apparato grande, abbiamo le correnti alternanti.

Lo stesso effetto si può ottenere con un apparecchio solo di induzione. Unendo i due capi della spirale dell'apparecchio grande col tubo di prova e introducendo di più il tubo ad aria, nel quale l'aria venne estratta fino al limite possibile, quando i poli siano convenientemente avvicinati si vedono rivestirsi d'una luce intensa negativa. Se poi vengono allontanati i fili uno dall'altro, la luce negativa si fa sempre minore presso al polo positivo e si raccoglie al negativo, finchè il polo positivo finisce a rimanerne affatto privo. Ove si potessero allontanare bastevolmente i fili uno dall'altro si otterrebbero di nuovo correnti alternate; ma la lunghezza del mio tubo non era sufficiente. L'effetto si ottiene lo stesso permettendo gradatamente il passaggio all'aria nel tubo, ossia aumentando la resistenza.

Le correnti alternanti che nascono per una sì piccola resistenza fanno supporre che sia indotta una corrente non solo all'aprirsi ma ancora al chiudersi della pila. È noto aver dimostrato il sig. Poggendorff, che se si uniscono i due estremi d'un cilindro induttore mediante un filo metallico o un liquido conduttore, si hanno correnti d'induzione tanto al chiudere quanto all'aprire la pila. Il sig. Grassiot ha pure dimostrato che con certi suoi tubi si ottiene una luce anche col chiudere la corrente principale, purchè si impieghino 10 o più elementi alla produzione di questa corrente.

Era quindi probabile che anche introducendo un tubo di

prova che contiene un breve strato d'aria rarefatta, si avesse una corrente d'induzione all'atto di chiudere la corrente principale prodotta da due elementi di Bunsen. L'esperienza lo ha constatato; chiusa la pila mentre il filo di platino dell'interrompitore era stato immerso colla mano una volta sola nell'amalgama, si ottenne nel tubo di prova una luce ma molto più debole che all'atto di aprire la pila. In parte le correnti alternanti osservate per una piccola resistenza dipendono dalla corrente d'induzione che nasce al chiudersi della pila. Ma io credo ch'esse ne dipendano soltanto in parte, poichè la corrente che nasce dall'aprire una volta la pila senza chiuderla in seguito, produce da sè una luce negativa sui due fili polari.

Anche la seguente osservazione conferma la nascenza di correnti alternate per effetto di un solo aprimento della pila.

Ritenuto che se la distanza dei poli è regolata in modo che il piccolo apparato produca correnti semplici, si possono ottenere alternate sostituendo l'apparato grande: si osservi il filo negativo nel tubo ad aria diradata, mentre il piccolo apparecchio d'induzione agisce, lo si vedrà per una certa lunghezza rivestito di luce azzurra; il polo positivo n'è affatto privo. Si applichi ora l'apparecchio grande, ecco divenir piccolo il tratto di filo negativo colorato in bleu, mentre invece un pezzetto del filo positivo ha pigliato anch'esso questa tinta: precisamente la cosa stessa avviene nei fili quando si interrompe una volta sola la pila. È appena ammissibile che per quest'unica interruzione abbia luogo una chiusura che produca un fenomeno così forte come quella che nasce da una chiusura regolare della pila. Se adunque non fosse dimostrato che per una resistenza abbastanza piccola le correnti si alternano è per lo meno assai verosimile.

Anche i signori Feddersen e Paalzon hanno trovato che per la scarica della batteria di Leyda si hanno correnti alterne purchè la resistenza sia poca.

Si può considerare pertanto come dimostrato che le correnti di induzione sono semplici soltanto per una certa resistenza. Quando questa oltrepassi o discenda oltre un certo limite, le correnti si alternano. I limiti poi sono diversi secondo l'intensità della corrente.

Sulla mutazione di colore della luce elettrica.

Nei tubi di prova dei quali io mi serviva, la luce che di solito in un'atmosfera d'aria rarefatta è d'un azzurro intenso, mi apparve quasi bianca, e bianca parimente la luce che si stendeva dal polo positivo fino al bujo intervallo, e che ordinariamente è rossa. Io mi sono studiato di trovare il perchè di cotesta modificazione di tinta.

Se si adopera un tubetto nuovo della forma che abbiamo descritto, la luce negativa si vede da principio azzurra e lo spazio tra i fili è riempito da una luce rossa. Ma tosto i colori si schiariscono. L'intervallo diviene bruno e finalmente bianco, e la luce negativa impallidisce affatto. Modificata in questa guisa la luce, rimane eguale sempre nei tubi ermeticamente chiusi. Ma se il tubetto si può aprire e l'aria vi è rinnuovata, la luce negativa divien bleu, e l'intervallo rosso, per ridiventare poi subito pallidi e bianchi come dianzi.

Questa mutazione non poteva dipendere da una combinazione dell'ossigeno coll'alluminio, poichè nell'azoto che solo vi rimarrebbe, la tinta della luce elettrica è eguale a quella nell'aria atmosferica.

Il fenomeno aveva somiglianza tutto al più colla luce elettrica nell'acido carbonico o nell'idrogeno. Ma siccome questi gas non mancavano pensai che forse l'alluminio era venuto in contatto con qualche materia grassa, e che da ciò provenisse il fenomeno. Presi pertanto due fili d'alluminio tagliati da una lamina, rastiati e puliti perfettamente senza toccarli colle dita e li feci entrare nel tubetto. Allora la luce rimase immutata, quella del filo negativo bleu e quella tra i due fili rossa.

Vidi allora che la più piccola quantità di materia grassa sul filo negativo basta a far diventare bianca la luce. Spesse volte anche il semplice contatto delle dita è sufficiente; nè solo per l'alluminio, ma anche pel rame, per l'ottone, pel platino e probabilmente per qualunque metallo che alla temperatura ordinaria non è fluido. Sul filo positivo il grasso influisce poco o punto, sia pure anche sulla punta.

Sego, olii grassi, acido stearico, cera, tutte materie che

fanno lo stesso effetto. Toccato il filo negativo con una di esse, si vede da principio rosso il punto ingrassato, mentre il resto del filo è azzurro. Ma tosto quel punto si viene circondando d'una macchia rossastra che di nuovo a poco a poco scompare. Colle stesse gradazioni la luce azzurra degli altri punti diventa bianca e la luce rossa tra i due fili passa ad essere cupa e in seguito bianca. Probabilmente il grasso si decompone, ma non è possibile dimostrarne la decomposizione perchè la quantità di che si tratta è eccessivamente scarsa.



LA GRANDE COMETA DEL 30 GIUGNO 1861; LETTERA DI CATERINA SCARPELLINI AL DIRETTORE DELL'*ALBUM* DI ROMA.

Mentre l'astro maggiore della natura si nasconde al nostro sguardo, e venendo la notte per noi, sono i raggi di sua benefica luce perennemente emanati da quella inesauribile sorgente che traversando le immense vie dello spazio, giungono a ferire quei globi, i quali divenuti luminosi per noi nella notte li vediamo sull'azzurra vastissima volta del Cielo fra quei tanti milioni scintillanti, che più di quello del giorno ci rendono imponente lo spettacolo della notte:.... Oh! bella alternata vicenda di luce e di tenebre; oh! perenne trasmissione di luce; oh! notte maestosissima, che per te facciamo tesoro di profondi concetti, di utili applicazioni alla scienza, e di ragionevole ossequio che c'ispira la scienza stessa verso *Colui,* che con scienza divina tutto perfettamente dispose.

Egli è ben vero che l'imponente spettacolo che attirò la nostra attenzione jer sera alle ore 9 su quel globo di luce da cui partiva una lunga striscia argentea, e che viene a compiere il suo giro misterioso attraverso i firmamenti, la bella Cometa dir vogliamo che ora apparsa esistente vediamo sul nostro orizzonte dalla parte di Nord-Nord-Ovest, risveglierà l'ammirazione

di qualunque creatura ragionevole, e risveglierà puranco una curiosità su quegl'indifferenti alle bellezze di natura come pronostico o di sventura, o di felicità; però condurrà i nostri posteri allo scioglimento di tanti problemi rilevanti che per mancanza di dati necessarii non si possono ancora risolvere, e che richiedono studii lunghissimi, e laboriosissimi, e che loro malgrado dovranno dividere con noi la gloria delle loro scoperte (1). — Che distanze immense .... Il celebre astronomo Cassini chiamava *spine celesti* queste ricerche, e realmente gli astronomi ed i fisici devono raggirarsi entro uno spineto per congetturare qualche cosa di verisimiglianza sulla vera identicità delle Comete. Che diversità di risultamenti da quelli dei tempi antichi! Che precisione di cose! Che progresso dell'umano ingegno in questo genere di sublimi cognizioni?

L'immensa coda di questa Cometa si estendeva dalla parte opposta al Sole, e si prolungava a circa 120 gradi, traversando nientemanco la stella polare, il Cigno, e fra le stelle dell'Aquila e del Delfino, e là nel chiarore della Via Lattea si perdeva. Nelle estremità si vedeva alquanto più rara e sfumata, ma nel mezzo appariva un tratto più denso in forma di cono colla base rivolta al corpo. Questa Cometa aveva il suo nucleo ben deciso, immerso però in ammasso di nebbia fluttuante, e di una luce uguale a quella del pianeta Saturno, e della grandezza di Giove. La natura di questa Cometa ci rivela eziandio l'assenza della facoltà di rifrangere e di riflettere la luce, poichè se fosse costituita da materia addensata, da un corpo solido, passando in-

(1) Fra le 224 Comete del catalogo (compresevi le 8 periodiche) se ne trovano 110 *dirette* e 114 *retrograde*: se ne trovano 55 con orbite elittiche, e 169 con orbite paraboliche. La distribuzione dei loro perieli rapporto al Sole e alle orbite dei Pianeti è la seguente:

Fra le orbite di *Mercurio* e il *Sole* sono	i perieli di	40	comete
»	di *Mercurio* e di *Venere* . . .	60	»
»	di *Venere* e della *Terra* . . .	58	»
»	della *Terra* e di *Marte*	44	»
»	di *Marte* e di *Giove*	13	»
	Totale	224	

nanzi a molte stelle dovrebbe a noi ecclissarle, ma invece apparivano risplendenti, come fu verificato e nel 1855 e nel 1857, e neanco i suoi raggi deviavano tanto dalla direzione rettilinea.

Non tutte le Comete restano dominate dall'attrazione del Sole; la maggior parte percorrono curve a rami indefiniti. Entrando esse nel vortice attrattivo del Sole vi restano prigioniere descrivendovi una rivoluzione costante, o, al dire di Lioy, si precipitano su quella potente massa che le attira e con essa si confondono.

Il numero delle *vere Comete solari* finora conosciute si limita ad otto, e sono quelle, la di cui *orbita è già determinata*, e conosciute le epoche della loro ricomparsa: e precisamente sono le Comete di Halley, di Enke, di Biela, di Faye, di Brorsen, di D'Arrest, di Tuttle, e di Winnecke. Quella di Faye, a mo' di esempio, scoperta nel 1843 e riapparsa nel 1851, fu così d'accordo con le leggi del calcolo, che non tardò neppure un'ora dopo l'istante già predetto dall'illustre Le Verrier, astronomo imperiale a Parigi, in cui doveva ricomparire.

Sulle altre Comete a cui il calcolo assegna rivoluzioni lunghissime, soltanto le generazioni future potranno decidere se appartengono al sistema solare: tal'è quella di Mauvais, che secondo i calcoli di Plantamour, avrebbe un periodo di 100mila anni. — Talune poi furono invano aspettate nell'epoca in cui dovevano comparire, e così avvenne della Cometa del nostro preclaro P. De Vico (1).

Discorrere qui, egregio sig. Direttore, delle ipotesi tutte im-

(1) Quanto sia conforme alle leggi della meccanica un sì fatto sistema, lo fa conoscere la somma facilità, con cui si spiegano in esso tutti i fenomeni che si osservano nelle Comete. E primamente questi astri non sono sempre visibili ai nostri occhi durante tutto il loro corso, *perchè descrivendo* elissi tanto allungate, che senza errore possibile possono prendersi per parabole, il loro afèlio è una immensa distanza dalla Terra. Secondariamente sono dotate di una incredibile velocità nel loro perielio, chè a simiglianza dei pianeti descrivono aree proporzionali ai tempi. Da ultimo, ora sono dirette, ora retrograde in tutte le posizioni del cielo, perchè non possono non seguire quella direzione che ricevettero da principio per mezzo della forza di proiezione. Così dopo dati tempi si veggono ricomparire perchè descrivono vere elissi intorno al Sole, e parimenti ora sono codate, ora barbute, ora crinite.

maginate per spiegare la vera origine, e la destinazione delle Comete, sarebbe opera che non potrebbe restare negli angusti limiti di una lettera. Intanto ammiriamo, come ammireremo per varii giorni questa magnifica Cometa, che sarà una maggior dimostrazione della esistenza di una Mente Divina, e la idea più grandiosa che formare ci possiamo della Onnipotenza (1).

Dal Campidoglio, li 1. Luglio 1861.



SULLA *PLASMINA*, SOSTANZA ALBUMENOIDE CHE DA' AL SANGUE LA FACOLTA' DI COAGULARSI SPONTANEAMENTE; NOTA DI M. DENIS.

(*Comptes Rendus de l'Academie*, 17 Juin 1861.)

Sono già diversi anni che l'Autore, ben conosciuto per alcune ricerche sulla fibrina del sangue, aveva annunziata la scoperta di una sostanza da esso chiamata *plasmina* estratta dal sangue umano. La difficoltà di procurarsi questa sostanza e la

(1) Per rispondere a talune dimande che ci vengono fatte se queste Comete possono urtare il nostro Globo, francamente diciamo ad essi che nò . . . perchè vi vuole il concorso di tre circostanze, che è impossibile quasi che possano aver luogo simultaneamente. E le tre circostanze: 1.ª che l'intersecazione dell'orbita della Cometa coll'eclittica, sia distante dal Sole quanto lo è la Terra da questo astro; 2.ª che la Cometa e la Terra si trovino precisamente in quel punto nel medesimo istante; 3.ª che il perturbamento che soffre la Cometa e la Terra non osti a quell'incontro:.... E come mai la Terra che percorre una grande orbita in un anno, e una Cometa che non ritorna se non dopo un gran numero di anni, si hanno da trovare al medesimo punto, nel medesimo tempo limitato? .... Non vi può essere moto ed azione senza reazione. Dacchè vi sono forze opposte, può esservi combattimento, ma la diversità delle direzioni fa che queste forze si modifichino senza distruggersi, e che nella immensità degli spazi dove possono incrociarsi tante strade, quei globi passino a fianco gli uni degli altri senza nuocersi.

mancanza di prove che si trattasse di un vero principio immediato da cui dipende la proprietà del sangue di coagularsi, aveva sin qui trattenuto i chimici dal ripetere le esperienze del Denis.

L'Autore torna sullo stesso argomento e descrive il processo con cui si può ottenere la plasmina dal sangue degli animali. Questo processo consiste nel ricevere in un recipiente di un litro di capacità e pieno per due terzi di una soluzione satura di solfato di soda, il sangue che sgorga dal collo di un vitello decapitato. I due liquidi sono mescolati e dopo due ore il miscuglio è ripetutamente filtrato. Si satura il liquido filtrato con sal marino e allora si vede precipitare la così detta plasmina, che raccolta sopra un feltro è più volte lavata con una soluzione satura di sal marino. Questa sostanza disciolta e agitata in 15 a 20 parti d'acqua, mentre è ancora umida, si converte dopo alcuni minuti in una specie di gelatina incolora, trasparente, la quale stretta in una tela piglia i caratteri della fibrina quale si estrae dal sangue arterioso.

In una parola, la plasmina non è altro che fibrina disciolta nel siero come lo aveva trovato Müller. Denis avrebbe aggiunto il fatto della sua precipitazione col sal marino e dell'apparenza gelatinosa di una soluzione concentrata di questa sostanza.



PROCESSO PER INFIAMMARE LA POLVERE COLL'ELETTRICITA' SENZA USARE IL FULMINATO; DI M. M. J. MORIN.

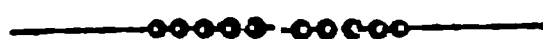
(*Comptes Rendus*, 17 Juin 1861).

Sono noti gli usi che da qualche anno si fanno delle correnti indotte ottenute con un forte apparecchio di Ruhmhorff per accendere le mine, tanto nel caso dei lavori d'assedio, quan-

to anche per le mine ordinarie. L'elettricità presenta in questa applicazione il vantaggio di poter accendere contemporaneamente diverse mine. Usando cartuccie col fulminato, si è riscontrato in pratica che l'accensione non era costante e in qualche altro caso il maneggio di quelle cartuccie fu accompagnato da accidenti sinistri.

L'Autore ha immaginato una cartuccia speciale formata di gomma elastica indurita; la materia infiammabile accesa dalla corrente indotta da un apparecchio di Ruhmhorff non molto forte, è una piccola quantità di ferro piroforico o ridotto coll'idrogene, interposto fra i poli del circuito.

La pratica mostrerà se questo ferro che così facilmente si altera coll'umidità, abbandonato a sè, conserva per lungo tempo i vantaggi trovati dall'Autore.



ULLA NATURA DELLE FERMENTAZIONI; ESPERIENZE E IDEE NUOVE DI M. L. PASTÈUR.

(*Comptes Rendus* 17 Juin 1861)

L'ingegnoso e instancabile Autore di tante belle esperienze sulle fermentazioni e sulla così detta generazione spontanea, è giunto per ultimo ad un risultato che ha teoricamente una grande importanza.

È oramai fuori di dubbio che i fermenti sono corpi organizzati e che le fermentazioni propriamente dette sono fenomeni accompagnati dalla presenza e dalla moltiplicazione di questi corpi organizzati distinti per ogni fermentazione. È sopra tutto sulla fermentazione butirica che l'Autore si è fondato per stabilire quella proposizione. Infatti, il fermento butirico è un essere organizzato che si muove e si riproduce nei modi attribuiti dai naturalisti ai vibrioni.

L'Autore ha trovato che i vibrioni consumano una gran quantità d'ossigene e esalano una gran quantità di acido carbonico. Lo stesso deve dirsi oggi di quelle piccole piante, come sono le mucedinee, le quali hanno bisogno di ossigene come gli animali infusorii. Oltre di ciò, come gli infusorii ordinarii, queste piante non si comportano come fermenti, cioè che i fenomeni chimici che essi determinano nei loro elementi sono fenomeni di nutrizione, nei quali il peso dell'alimento assimilato corrisponde al peso del tessuto trasformato sotto l'influenza dell'alimento stesso. Ben diversamente si comporta il vibrione della fermentazione butirica, il quale agisce come fermento e vive senza ossigene libero.

La scienza, considerando i limiti dei due regni potrà fare di questo vibrione o una pianta o un animale; la sua importanza sta nell'essere, a differenza degli esseri inferiori ordinari dei due regni, dotato della proprietà del fermento e di vivere senza ossigene.

A questo punto l'Autore ha immaginato che vi poteva essere una relazione nascosta fra la proprietà di essere fermento e la facoltà di vivere senz'aria. L'Autore fu condotto a fare due esperienze di confronto, mettendo qualche piccolissima quantità di lievito di birra in contatto di una soluzione zuccherina mescolata a materia albuminoide. In un caso, l'esperienza era fatta tenendo il miscuglio in un'atmosfera priva d'ossigene e nell'altro caso il miscuglio era anzi in presenza di una gran quantità d'aria. Il risultato di queste due esperienze fu che senza l'aria il lievito si moltiplicava appena, mentre lo zucchero però fermentava: nell'altro caso in cui l'aria interveniva fu minore la fermentazione e invece enormemente più grande la moltiplicazione della piccola pianta accompagnata da un grande assorbimento di ossigene. In conclusione, la piccola pianta costituente il lievito di birra, nell'ossigene libero si comporta come le mucedinee e come gli infusori, cioè assorbendo l'ossigeno e agendo appena come fermento: e questo avviene senza che perda le sue proprietà come fermento, come si prova portando il lievito che si è sviluppato in presenza dell'ossigene libero, in contatto dell'acqua zuccherata, e in un vaso privo d'aria, dove la fermentazione avviene subito con molta intensità. La piccola pianta

cellulare che costituisce il lievito di birra può dunque crescere e moltiplicarsi senza la presenza dell'ossigene ed allora agisce come fermento, nel qual caso è doppiamente distinta di tutti gli esseri superiori; tenuta in presenza dell'ossigene libero allora vive con grande attività come se fosse nella sua vita normale, perde il carattere di fermento e assomiglia così a tutti gli esseri inferiori.

Resulta egli da questi fatti che il lievito avido d'ossigene e che lo toglie con tanta attività all'aria, non lo piglia più dall'aria ma dalla materia che fermenta distruggendo la sua combinazione?

Qui sta tutto il mistero della fermentazione.

Poichè è provato che il lievito assorbe l'ossigene allorchè è libero e in questo modo vive e si sviluppa, è ben naturale di ammettere che esso tolga l'ossigene alla materia che fermenta e distrugga quella combinazione allorchè quel gas non gli è offerto libero e in quantità sufficiente. In una parola, le cellule del lievito in contatto allo zucchero e senza l'aria respirano togliendo l'ossigene allo zucchero, cosa che non avviene quando la pianta respira all'aria libera.

I fermenti in somma sarebbero, in questo modo di vedere, esseri di cui la respirazione sarebbe la più intensa possibile: negli esseri superiori i tessuti si trasformano e bruciano sotto l'ossigene dell'aria portato dai globuli del sangue arterioso, e questo pare il solo modo di respirazione che sia loro concesso: i fermenti, cioè le piccole piante porterebbero via l'ossigene per respirare anche quando questo corpo è allo stato di combinazione.

Si potrebbe ora domandare se i fermenti non dovrebbero vivere e svilupparsi fuori dell' ossigene libero in contatto di quei composti inorganici in cui c'è eccesso di ossigene. Forse questa domanda, se ha qualche valore si affaccierà all'ingegnoso Autore che non mancherà di risolverla.

C. M.



SULLA COMMOZIONE PRODOTTA DALLA CORRENTE ELETTRICA; DI M. C. M. GUILLEMIN.

(*Comptes Rendus*, 3 Juin 1861).

È noto da alcune esperienze fatte son già molti anni da Pouillet e da Masson che eccitando la contrazione e la scossa nei muscoli di un uomo per mezzo di correnti indotte, quegli effetti fisiologici diminuivano, crescendo la rapidità delle interruzioni della corrente inducente. L'Autore ha ripreso questo studio usando apparecchi di maggiore precisione e variando le interruzioni da 18 fino a 300 per secondo.

Ecco il riassunto delle esperienze:

1. L'eccitazione nervosa e muscolare diminuisce allorchè il numero delle interruzioni è giunto a 60 o 70 per secondo.

Finchè le interruzioni non sono che 20 o 30, le scosse sono fortissime; poi crescendo il numero delle interruzioni le scosse divengono più frequenti, ma meno penose e giunti a 100 o a 110 non si prova più che un fremito, il quale cessa affatto con velocità maggiori di rotazione.

2. Un' armatura di ferro introdotta nella spirale dà da principio scosse più forti, ma poi gli effetti diminuiscono al di là di 50 o 60 interruzioni per secondo.

3. L'eccitazione prodotta da 20 elementi di Bunsen decresce colla rapidità delle interruzioni meno rapidamente che quella eccitata dalla corrente indotta.

4. Agendo con correnti alternativamente di senso contrario l'eccitazione dura a crescere anche con una velocità grande di rotazione e non è che quando questa velocità è grandissima che gli effetti fisiologici cominciano a decrescere.

5. La corrente indotta all'aprire, agisce più fortemente che la corrente indotta al chiudere. Avviene il contrario colla corrente della pila.

Gli effetti fisiologici come l'induzione, si producono solamente nel periodo dello stato variabile delle tensioni e del flus-

so; dipendono perciò dalla velocità delle variazioni e dalla quantità d'elettricità messa in moto nello stato variabile.

Allorchè l'interruzione non è molto breve, le forze elettromotrici indotte successivamente di segno contrario possono svilupparsi separatamente. Le loro intensità s'avvicinano all'eguaglianza e quindi s'annullano i loro effetti quanto più le interruzioni sono brevi.

La corrente indotta all'interruzione presenta la sua massima intensità al momento dell'interruzione e quindi decresce in un modo continuo, ciò che fa che la scossa eccitata in quell'istante è più forte. Avviene il contrario colla corrente della pila perchè la variazione dell'intensità è più brusca al chiudere che all'aprire del circuito.

Sarebbe importante di continuare questi studii operando sopra i nervi semplici, sopra nervi misti e ganglionari e sopra diversi animali.



SULLA CORRENTE LITORALE DI SEGUITO ALLA MEMORIA DEL COMMENDATOR *PALEOCAPA*, LETTA ALL' ISTITUTO LOMBARDO NELLA TORNATA DEL 24 MAGGIO 1860; MEMORIA DEL PROF. CAV. MAURIZIO BRIGHENTI.

(Estratta dal Vol. XI. delle Memorie dell' Ac. delle Scienze dell' Istituto di Bologna).

Sono di grandissimo peso le considerazioni che il chiaro Paleocapa ha soggiunte sulla corrente litorale nell'istituto Lombardo, facendo onor grande a quanto io ne scrissi due anni sono in questo nostro Bolognese.

Si tratta di determinare, se quella corrente influisca, o no, o quanto sulla direzione delle fosse subacquee, e sull'insabbiamento delle foci, e però con quali opere artificiali si possa ren-

derne innocui gli effetti, o mitigarli ad agevolare l'ingresso delle navi ne' porti delle spiagge sottili.

E perchè quell'esimio idraulico va in cerca del vero, e non d'altro; io che dissento da lui, mi studierò d'imitarlo, e non avrò troppa guerra a far tacere l'amore delle mie diverse opinioni, perchè mi sento quanto prossimo all'errore, tanto lontano da presunzione.

Che quella corrente vi sia, oltre il consenso antichissimo degl'ingegneri e degli uomini di mare, non è alcuno che dubiti; ed è generalmente ammesso che percorra tre o quattro miglia venete in 24 ore (M.i 0. 06, o M. 0. 07. ogni 1"), come risulta dalle osservazioni del Montanari (che la credeva anche meno di tre miglia lungo la costa Friulana), e confermate dopo, come si nota nel Portolano dell' Adriatico, pag. 7, 452, 453.

Non so che siano mai state fatte esperienze sulla profondità di questo movimento; leggo nello stesso Portolano che la si crede di 6, o 7 metri, deducendola dalla facilità con cui muta andamento, secondo la direzione dei venti che spirano. La qual deduzione procede forse dall'aver osservato che di 6, o 7 metri debba tenersi la profondità del moto ondoso del mare atto a sconvolgere il fondo.

Sarei inclinato a pensare, che questo moto litorale debba diminuire anzichè crescere dalla superficie al fondo, sembrandomi occasionato dal dislivello superficiale continuo dell'influsso delle acque del Mediterraneo nell'Adriatico. Pare anzi verosimile, che essendo la costa orientale profonda, e di ripe scogliose pochissimo inchinate alla verticale, debbano quelle acque, entrando, di preferenza, e con qualche maggiore vivacità gittarsi da questa parte, tenendosi forse alquanto più alte, che sulla spiaggia bassa occidentale: come accade ne' fiumi lungo i froldi, e gli ostacoli verticali, a preferenza delle dolci scarpate, e delle marezzane della parte opposta. Quindi ne deriverebbe che ingolfatesi le acque nel cul-di-sacco fra Trieste e Venezia, per restituirsi al Mediterraneo, dovessero scendere lungo il lido occidentale.

Che che sia di ciò, questo moto circolare riesce sensibile solamente lungo le coste, attesa la vastissima sezione traversa del Golfo, come accade dei lievi movimenti circolari impressi

vicino alle pareti, che riescono impercettibili nel mezzo, e solamente sensibili lungo gli orli di un vaso amplissimo.

Sarebbero desiderabili esperienze più dirette, per conoscere perfettamente la natura di questo movimento radente le nostre coste; ma ciò che ne ho riferito, e sappiamo di certo, basta per mio avviso a concludere:

1.° Che non può mai essere abile a svolgere il fondo del mare, e tanto meno le punte fluviali ordinariamente più tenaci.

2.° Che muta facilmente andamento, secondo gli ostacoli in cui s'abbatte per via, e allo spirare contrario di venti anche leggieri. Portolano pag. 7, 452, 453.

3.° Che può convogliar seco le tenuissime torbide allorchè il mare è sconvolto, se la direzione del vento è cospirante; se contraria, essendo prevalente l'azione del vento, quelle torbide seguono la direzione contraria.

4.° Che quando il mare è in calma, le sue acque scendono costantemente dalla sinistra alla destra lungo la nostra costa occidentale, e montano similmente lungo la orientale.

Queste conseguenze a me parvero sempre consentanee ai fatti esattamente (come discorreva nella detta mia Memoria dal 1829 in poi) e nel 1832 me ne dichiarava prolissamente per servire al chiarissimo Carlini, che m'invitava a dire il mio parere sulle opere postume del Tadini (1).

(1) Dalla *Biblioteca Italiana di Milano* nel fascicolo di Febbrajo 1832 « Sulle opere postume del Tadini ».

« La proprietà dell' acqua salata di togliere la tenacità alle terre sperimentata in piccoli vasi, ed osservata in grande dal Tadini, gli diede occasione di una dotta e lunghissima annotazione intorno alla laguna di Venezia. Per forza di questa proprietà gli sembrò di poter dare la spiegazione del fatto ch' egli tiene per costantissimo, cioè che nei porti *di* acqua dolce la fossa attraversante lo scanno contro la bocca segue *la* direzione del fiume, e in quelli d' acqua salata si volta alla destra.

« Nel primo caso essendo il fondo oltre la foce coperto dalle acque dolci, e però tenace a modo da non essere sconvolto dalle onde burrascose del mare, non trova l' Autore cagione che debba alterare la direzione del corso precedente, onde la fossa si cava e rimane diritta, secondo il corso del fiume: per contrario ne' porti di acqua salsa, essendo il fondo oltre lo sbocco mobilissimo per la qualità dell' acqua a cui soggiace, le onde marine lo sollevano, e formasi lo scanno parallelo al lido, e più elevato: le

Geminiano Montanari, volendo dar conto degl'insabbiamenti e della direzione delle foci nella spiaggia veneta assume per fondamento teorico:

I. Che le maree accostano e discostano dal lido il moto radente senza interromperlo, onde nel riflusso le acque piegano a destra, ed ivi creano nei canali di acqua del mare la fossa subacquea:

II. Che rispetto ai fiumi torbidi, questi lo trinciano a modo che rimane estinto sulla destra, e sulla sinistra si ac-

acque nel riflusso non possono inciderlo, e però piegano a destra, secondando la corrente dell'Adriatico, che il Montanari osservò dirigersi da sinistra a destra.

« Quantunque autorevole sia per noi la testimonianza del Tadini, dubitiamo del fatto recato che i porti di acqua dolce fendano per diritto lo scanno, e si pieghino sulla destra quelli d' acqua salsa. Vediamo i canali fatti dalla Marecchia, dalla Foglia, e dal Misa sulla costa adriatica fra Cesenatico e Senigallia avere la fossa mutabile secondo la direzione della traversia, come dicono, o del moto ondoso delle burrasche. Così gl' indicati canali che sboccano a tramontana, dopo le furiose burrasche di levante o greco-levante aprono la fossa in direzione composta fra tramontana e ponente, che vuol dire a sinistra. Il porto di Cesenatico di sole acque salse delle maree ha la fossa mutabile anch' esso, e dipendente dalla direzione della traversia: ivi lo scanno è più vicino alla foce ed elevato; ma per la stessa composizione dei movimenti del canale e delle burrasche, la fossa si trasporta qua e là secondo questa mutabile risultante.

« Vero è per altro, che in tempo di quiete le acque del canale sortendo si gittano a scirocco, o a destra, secondando la corrente adriatica del lido. Questa corrente osservata dal Montanari è poi sì lenta, e quasi insensibile da non poter del certo escavare, e mantener sollevate, e trasportare le sabbie ancorchè tenuissime del fondo. Ognuno che abbia qualche pratica delle coste adriatiche si sarà cogli occhi proprii assicurato di questo effetto, massime nelle bonacce estive, guardando alla visibil quiete di quel grande bacino d' acque. Secondo il Montanari, il moto radente sarebbe di M. 0.05 prossimamente per 1″, e questa sebbene piccolissima velocità, non abile a tener incorporate le torbide, ci sembra ancor soverchia, perchè ne' tempi della calma vediamo i galleggianti più leggieri sensibilmente immobili, e quando si leva il moto ondoso il più mite, seguire la direzione del rombo da cui muovono le onde. Però dubitiamo di ogni teoria che pigli le cagioni da quella corrente, e saremmo ritrosi ad ammettere le spiegazioni delle venete foci salse o dolci date dal Montanari, e dal Tadini, inchinando a pensare che la direzione del moto ondoso delle burrasche valga a guidarci con maggiore sicurezza nell' intendere questa maniera di fenomeni, e nell' applicarvi i rimedii ».

compagna, s' immedesima col corso del fiume in mare; e là dove questo rimane estinto, il moto radente ripiglia il suo corso ricadendo sulla destra a maggiore o minore distanza secondo la portata del fiume; il quale deposita le sue torbide nello stagno creatosi, come sopra, da questa parte; ivi ingrossa il deposito a modo, che la fossa subacquea della foce è obbligata a voltarsi, e piegare sulla sinistra.

Questa teoria fu accolta da sommi maestri, specialmente dallo Zendrini, e dal Manfredi nel proporre i miglioramenti pel porto di Ravenna, e da altri non meno insigni, come più recentemente dal Venturoli parlando del porto d' Azio, e dal Paleocapa ne'ripetuti suoi scritti sulla corrente litorale.

Io confesso di non poter farmi capace del come il flusso e riflusso innalveato, che può stimarsi a Malamocco di M. 1. 0 per 1", che fu trovato da me nel canale di Cesenatico di M. 0. 60, e nel Canal-bianco di M. 0. 47, non debba fare l'effetto di un fiume torbido, a cui il Montanari concede velocità anche minore. Egli stesso si propone il dubbio: « Se nel riflusso sgor« gano le acque in mare, come quelle di un fiume, perchè non « fanno lo stesso effetto ? *Lo risolve dicendo,* che le acque cor« rono fuori delle fauci dei fiumi verso il mare, come prove« nienti da parti superiori, e portate dal proprio natural im« peto che le spinge, onde tagliano la corrente del mare che « a loro si attraversa con più deboli forze, e ne riescono i « preaccennati effetti....

« Ma le acque delle lagune, e porti non discendono in ma« re se non quanto collo scemare nel riflusso, le acque marine « stesse tirano, per così dire, quelle che entrate erano col flus« so nelle lagune; che però non è meraviglia, se queste così « attratte nell' uscire seguitano il corso del mare che le tira « da sinistra a destra ».

A me pare che anche il riflusso incanalato corra appunto dall' alto al basso, come un fiume, mosso similmente dalla pendenza superficiale del pelo d'acqua. Allo sbocco de' fiumi il fondo è naturalmente orizzontale, ed anche acclive, e tutto il moto dipende dalla inclinazione della superficie verso il mare, come nel riflusso, il quale dovrebbe incidere, come il fiume, la correntia che gli si attraversa *con più deboli forze*.

Perchè poi un fiume deve attirare, immedesimare a sè il moto litorale alla sinistra e non alla destra?

Chiunque osservi lo sboccare di un fiume in mare calmo, vede le sue acque seguitare col filone la direzione precedente, e la sua sezione traversa allargarsi in forma di ventaglio al di quà, e al di là di esso sempre più, fino alla estinzione del suo moto; ivi formarsi il deposito delle torbide, o *scanno* che i mari burrascosi incidono, ora da una parte, ora dall'altra, aprendovi le foci subacquee variabili, e però di tanto pericolo alla navigazione.

Ricorda ognuno la celebre sperienza del Venturi, colla quale un getto d'acqua attraversante l'acqua stagnante di un vaso sottoposto le comunica il suo moto a destra e a sinistra tanto, ch'essa si accompagna col getto, e n'esce salendo, finchè lascia vuoto il vaso sottoposto. Questa *comunicazione laterale* non sarebbe, secondo che io penso, alterata sensibilmente, ove si supponesse impresso un moto leggerissimo da destra a sinistra all'acqua del vaso sottoposto. E ciò penso, come cosa naturale e perchè a me pare che quella comunicazione laterale sia dovuta alla pressione atmosferica, che grava l'acqua stagnante, o lievemente mossa, ed è maggiore della pressione che ha l'acqua corrente del getto, nel sito ove si comunica con quella del vaso sottoposto (1).

Il Guglielmini (al cap. 8, cor. 7 propos. 4 sulla natura dei fiumi) nota « che gli sbocchi dei fiumi nel mare sono ob- « bligati a secondare le correntie di esso siano queste perpetue, « o cagionate temporaneamente dai venti; quindi è che i fiumi « della Romagna, e del Ferrarese rivoltano gli sbocchi *a de-* « *stra*, perchè la correntia dell'Adriatico rade il lido dell'Ita- « lia, partendosi da Venezia verso la terra di Bari; ed in altri « luoghi i venti burrascosi obbligano i fiumi ad aprirsi nuove « foci in luoghi coperti, o secondanti la furia di essi. Vero è « che le correntie del mare, se sono lente, non hanno gran « forza per cagionare l'effetto predetto; ma pure, quando nulla « vi osti, non lasciano di fare quello che ponno ».

(1) G. B. Venturi « *Recherches expérimentales sur la comunication latérale du mouvement dans les fluides* », Paris 1797.

Ho riportato per intero questo corollario, che citai solamente nella mia Memoria, perchè si vegga, come questo discepolo insigne del Montanari (il quale conosceva le lagune venete, e il concetto del maestro) ne giudicasse la teoria. Anzi è da considerare il fatto recato « che i fiumi del Ferrarese, e della Romagna voltano gli sbocchi a destra » al contrario di quello che dalla sua teoria ne deduce il Montanari, ed è poi generalmente più vero. Ma il Guglielmini guardando all'andamento della correntia, non poteva concluder altro, perchè quel tale stagno alla destra generato da una corrente lentissima che viene dalla sinistra alla destra, riesce impossibile da concepire, e contrario al fatto che può osservarsi facilmente da chicchessia. E non so che ad alcun altro sia caduto in mente quell'*immedesimarsi* da una parte sola dei fluidi urtanti cogli urtati negli sbocchi de' fiumi in mare, o nelle confluenze.

Quanto all'urto delle acque contro un ostacolo solido, stimava il Newton, che nell'urto diretto i fili fluidi perdessero successivamente tutto il moto, e ne deduceva la forza dell'urto proporzionale al quadrato della velocità, e il Lagrange deduceva l'urto diretto di una vena contro una lastra, determinando la generatrice del conoide fluido che rimane stagnante simmetricamente intorno alla base, e all'asse della vena urtante; altri colla esperienza disegnava la prora fluida stagnante intorno all'asse dell'urto diretto, ed anche obliquo.

Quindi allorchè il fiume si riguarda come un guardiano artificiale solido, secondo il parere del Montanari e di altri, e si conclude che gli effetti dell'uno, e dell'altro sono simili, mi pare che venga a dirsi che non può mancare anche dalla parte dell' urto uno stagno. Il fatto costantemente osservato è, che l'urto diretto contro un ostacolo solido piantato nella sponda cagiona una deviazione dei fili d'acqua dalla base alla punta, per cui ivi si genera un molente, o la prora stagnante che gli sperimentatori tutti avvertono. E chi ha veduti i pennelli normali al filone che viene da sinistra a destra, più alti del pelo d'acqua, ha immancabilmente osservato l'interrimento che si fa dalla parte dell'urto, alla sinistra, più o meno vasto secondo la lunghezza dell' ostacolo. Si fa l'interrimento anche alla destra, se il pennello arriva a deviare totalmente il filone, ma se

questo ricade rapidamente, l'interrimento alla destra è molto minore che alla sinistra; come può vedersi a Firenze, lungo l'argine-strada creato artificialmente nell'alveo dell'Arno per restringerne la sezione, e collocarvi il ponte di fili di ferro sospeso alle Grazie.

Quando il pennello è obbliquo al filone, allora l'interrimento diminuisce dalla parte urtata in proporzione della obbliquità maggiore o minore, verso la parte opposta, e si fa maggiore da questa parte.

Dalle considerazioni esposte risulterebbe, che la inflessione a destra della fossa subacquea del Canal-bianco non può attribuirsi che alla Bora, da cui unicamente è dominata. Che prima del taglio di Porto-viro le foci del Po di tramontana e di levante fossero volte alla sinistra, era troppo consentaneo al fatto di tutte le altre foci dei fiumi inferiori. Que'due antichi rami del Po sboccavano allora in mare aperto, e non avevano la punta della maestra appoggiata al grandioso delta generatosi in seguito, che li riparasse dai venti del primo quadrante, onde obbedivano all'impeto delle levantare, sotto la qual denominazione i nostri marini intendono le burrasche fra greco e scirocco. Creatosi ora quel delta, come può immaginarsi la corrente litorale non allontanata da quell'ostacolo sporgente sei o sette miglia dal lido aderente, ove sbocca il Canal-bianco, e dallo sbocco del Po dalla maestra, volendo seguire il concorde modo di vedere degli antichi maestri, e del Portolano?

Quel taglio o raddrizzamento fu fatto anche per allontanare le torbide del Po dalla foce dell'Adige, da Brondolo e da Chioggia, ov'erano trasportate dalle traversie dominanti da greco a scirocco; cioè in senso contrario alla corrente litorale, che non bastava dunque ad allontanarle dalle venete foci! Ma non era allora sorta l'ipotesi del Montanari, che avrebbe consigliato a non pensare mai a quell'immenso lavoro.

Io sono sempre di credere, che dando al moto burrascoso del mare la potenza che ha di traslocare, e distendere lungo le coste i materiali portati dai fiumi, e sollevati dal fondo del mare, s'intendano immediatamente tutti quanti gli effetti, che succedono nelle spiaggie sottili così rispetto al protendimento del lido, come alla direzione delle fosse subacquee. E i fatti

riferiti nella mia Memoria, mi sembrano più che sufficienti a far toccar con mano questa potenza del moto ondoso del mare, sia esso progressivo, continuo, o intermittente.

A que' fatti potrei aggiungere: che quando costruiamo un molo alle foci, lungo le spiagge Ferraresi, Romagnuole, Marchiane, vediamo subito insabbiarsi alla destra, al contrario di quello che accade nei lidi Veneti; se due, per armare compitamente lo sbocco di un canal chiaro, o torbido, il fatto permanente è che la protrazione sabbiosa del lido è sempre maggiore sul fianco del molo destro, che sul sinistro; e vi è notabile differenza, come ne'canali di riflusso del Bianco, e di Magnavacca in Comacchio, e di Ravenna, e di Cervia, e del Cesenatico. Ivi son chiare le acque, e quella corrente attratta, immedesimata col mare dovrebbe fare lo stesso effetto da ambe le parti, o più sulla sinistra adottando l'ipotesi del Montanari. Si avverta però che è alquanto più lungo il molo destro del sinistro, per facilitare l'ingresso alle barche, e ripararle alla bocca dalle traversie dominanti. Che importa ciò in un moto di va-e-vieni parallelo ai moli, che porta e riporta le sabbie mosse dalle burrasche senza alterazione possibile dello stato precedente? Le sabbie mosse dalle levantare torneranno al loro posto; e se si dà alle levantare la facoltà che hanno di traslocarle, che importano altre considerazioni; non basta ciò a capir subito che si fermeranno prima e in maggior copia alla destra che alla sinistra?

Ne'fiumi avendo mostrato che quello stagno a destra sembra troppo difficile da concepire, non conforme alle migliori teorie, e al fatto, che potrà farvi quella corrente lentissima? Aiutare tutto al più la via delle acque in mare se cospirante colla traversia prevalente, e se più o meno opposta allontanarsi finchè il moto del fiume resti estinto, per riprendere il naturale suo corso più al largo, e ricadere di nuovo sulla ripa.

In questa vicenda la fossa subacquea resterà sempre determinata dalla direzione della dominante forza del moto ondoso, e i depositi siano del fiume, o del mare si faranno a destra o a sinistra di quella foce, e in maggior copia da quella parte, d'onde provengono più abbondanti. La variabilità delle foci sian d'acque chiare o torbide, dolci o salate, deriva ap-

punto dalla variabile direzione delle burrasche; e lo stato permanente è *determinato, e proporzionale alla differenza degli effetti delle burrasche ordinarie sopra le straordinarie*.

Le levantare sono prevalenti lungo la costa occidentale fra Ravenna ed Ancona, e provengono dalla destra alla sinistra, onde le foci son volte ordinariamente alla sinistra, e i maggiori protendimenti si fanno alla destra, le stesse traversie predominanti fanno l'effetto contrario nelle foci dalla punta di Sdobba al porto di Lido, pel contrario discorrimento della costa che investono da sinistra a destra, riuscendo essa prossimamente perpendicolare alla prima (1).

(1) Sono in debito di pubblicamente dichiarare, che questo mio modo di vedere sulla corrente litorale lungo i lidi veneti, e la costa da Ravenna in Ancona, io inculcava al sig. Commendator Cialdi dal 1842 al 1856. Egli mi mandò il suo manoscritto (che conservo ancora) *sui cenni del moto ondoso del mare*, ed io gli aggiunsi coraggio a pubblicarlo. Ivi riportò la mia opinione, e anche i fatti parziali da' me osservati che vi si leggono delle foci dell' Adriatico. Onde se vi sia errore di concetto, o di osservazione, è tutto di mia colpa, e deve attribuirsi a troppa condiscendenza di lui verso di me. Il che ho voluto dichiarare per onor suo; e non avrei fiatato, se quel mio concetto non avesse incontrato autorevoli contraddizioni.

E poichè mi ha tratto l' occasione in questa materia, trascrivo qui letteralmente il rapporto che scrissi d' ufficio sulla foce del Tevere, perchè mi parve anch' essa confermare il mio modo di vedere, e presentare osservazioni di fatto non inutili a sapersi.

Roma 26 Novembre 1842.

L' Ingegnere in Capo
Delle acque e strade di Roma.

A Sua Eminenza Reverendissima
Il sig. Card. Prefetto Generale delle acque e strade.

Eminenza Reverendissima

Vidi nello scorso Settembre, per l' Ingegnere in capo di Roma indisposto, i lavori di ordinario mantenimento del porto di Fiumicino, ed essendo il mare, e il fiume nello stato ordinario, vi osservai una grande protrazione della spiaggia sinistra, che toccava la punta del guardiano da questa parte. La punta del guardiano opposto, M. 8. — più sporgente in mare, era distante dalla spiaggia destra M. 51. —

Tutto il canale da Capo-due-rami fino alle indicate due estremità

Aprendo il Portolano si vede immediatamente che da Sdobba a Lido la tramontana spinge al largo. Il greco prende tutto il Golfo fra Trieste e Venezia (il quale passato il promontorio

avea generalmente non meno di M. 3. d'acqua; oltr'esse in mare, attraverso il lido, di quà e di là sottile, una fossa per poca lunghezza in dirittura dei guardiani, poi rivolta bruscamente a destra, e dopo breve tratto alquanto a sinistra; il cui fondo andava scemando mano mano che si accostava allo *scanno* o *prano*, che sta rimpetto alla foce, e sorpassatolo non lasciava più traccia di se.

Questo giro tortuoso esterno si vedeva, come suole, indicato dalle mee, per segno dell' unica via possibile a praticarsi dai naviganti che vanno e vengono.

Il minimo fondo d' acqua sulla sommità dello scanno era in quel giorno M. 1. 30, appena sufficiente alle barche di 50, o 60 tonnellate.

Questo stato di cose rividi sul finire dell' Ottobre seguente, nell' occasione che col sig. Commend. Colonnello Cialdi visitai il Tevere di Roma a Fiumicino.

Il peritissimo sig. Ingegnere Giorgi, che mi fu compagno l' una e l' altra volta, i pratici del luogo, e il lodato sig. Colonnello mi assicurarono, che tale era ordinariamente la condizione del detto canale e della foce.

Ond' è manifesto che deve riputarsi eccellente rispetto ai fondi d' acqua il canale stesso, ed infelicissima la foce; e che per la descritta direzione tortuosa della fossa, questa difficilmente si trova in tempo di mare burrascoso, e di notte; nè mai senza pericolo di arenare, o di perdersi. Di che il lamento è generale, e fu cagione che V. E. R. mi ingiungesse di proporle il modo di provvedervi.

Nell' adempiere ora a questa superiore di lei ingiunzione già tanto in sè importante, sentii di quanto maggiore momento era divenuta, dacchè introdotti i rimurchi a vapore, il commercio acquisterà notabile incremento per la speditezza dei cambi; e il concorso a Fiumicino si farà maggiore e con legni di più grosso carico.

Non vi ha fiume più atto alla navigazione interna di questo Tevere da Roma a Fiumicino; corre poco meno di due miglia e mezzo nostrane all' ora nello stato ordinario; con mitissima inclinazione di circa un palmo (M. 0.22) a miglio; ampio fra le ripe cento metri; col fondo costante di M. 1.50 nella massima magrezza; con risvolte generalmente dolci e facilmente correggibili; di portata media il doppio della Senna a Parigi, un sesto del Pò; tragitta per l' alveo ogni anno la quarta parte della quantità d' acqua che gli Elvetici veggono passare pel Reno a Basilea; questo ingrossato dallo sfacimento di perpetue nevi, quello da due quinti delle tepide pioggie annuali della nostra temperata regione attraversa Roma! (*)

(*) *Æstimatio aquae per alveum Tiberis praetergressae ab anno* 1822 *ad annum* 1836. Josephi Venturoli, *negli Atti dell' Istituto di Bologna.*

di Salvore si allarga di molto), e cagiona un moto ondoso cospirante colla corrente litorale per lunga tratta, e con essa cospirano più o meno i venti intermedii fra greco e scirocco,

Da Roma verso le sue scaturiggini nella Falterona è navigabile per 70 miglia fino a Ponte-Felice; e sebbene io non abbia ancor visto questo tronco, dalla magistrale relazione del Chiesa raccolgo, che mantiene condizioni non troppo diverse da quelle del ramo inferiore, onde i nuovi rimurchi possono già praticarlo, e lo praticano. Quanto ne sarebbe lieta la S. M. di Benedetto XIV. che questa navigazione romana voleva estendere fino a Perugia!

Ho toccate queste cose, perchè oltre accrescere peso anch'esse all'ingiunzione di V. E. R. dimostrano, che lo studio principale deve farsi alla foce, non sempre, nè sicuramente praticabile.

Accade al Tevere, ciò che a tutti i fiumi del mondo, i quali sboccano in lido sottile; ingrossano la foce colle materie convogliate nelle piene, ed hanno innanzi, or più or meno lontano, uno scanno o prano che fendono colle forze residue del corso precedente in direzione mutabile, secondo la direzione delle traversie dominanti. La foce di Fiumicino guarda il ponente, e le ordinarie burrasche provengono dai venti meridionali; ond'è che la incisione dello scanno, e la fossa trovasi ordinariamente volta a destra, come assicurano i pratici; e la brusca inclinazione che suole avere da questa parte proviene, per mio umile avviso, dai depositi del ramo d'Ostia spinti dalle traversie dominanti addosso al guardiano sinistro attualmente interrato.

Lo stesso effetto abbiamo veduto lungamente nel Lamone di Ravenna, che voltava la foce a destra, mentre tutti gli altri fiumi della costa pontificia adriatica la voltano a sinistra ubbideudo all'ordinario dominio delle levantare; e questo avveniva perchè la punta del Po-Reno ivi prossimo à sinistra, si stende fino all'antica foce di quel fiume, e l'obbligava a spandersi dalla parte opposta.

Per queste due cagioni degl'interrimenti del ramo d'Ostia, che giungono a Fiumicino, e dell'ordinario dominio dei venti meridionali, io credo che l'unico rimedio per migliorare la foce in discorso sia di prolungare il braccio sinistro, e di portarlo *per ora* almeno M. trenta più innanzi.

Mi confermano ancora in questa riverente opinione le osservazioni comunicatemi dall'Ingegnere del porto sig. Giorgi, dalle quali si può raccogliere, che la spiaggia sinistra cresce annualmente il doppio dell'altra, e la pratica osservata costantemente nei nostri simiglianti canali dell'Adriatico, ne' quali il braccio destro è sempre più sporgente in acqua, appunto perchè da questa parte sono le burrasche di levante dominatrici di quel mare.

Questa protrazione per M. 30 almeno del guardiano sinistro accompagnerà il corso vivo del canale (come succede sempre lungo gli ostacoli

che sono i dominanti. Quanto più investono direttamente i corsi d'acqua che sboccano in questa parte di costa, tanto più a mare medio tendono a versarsi sulla destra; e quando i detti venti divengono opposti alla direzione di questi sbocchi tanto più ingolfano le acque a ritroso delle foci, e le ingrossano, come avviene per lo scirocco nei porti di Venezia, il quale fa crescere il pelo dell'estuario fino a sei piedi.

Lo scirocco avrebbe anzi una lieve tendenza d' inclinare le foci di Malamocco e di Chioggia a sinistra, ma le acque discendenti secondando la contraria direzione dei murazzi, e mantenendo la velocità preconcepita elidono, e superano quella lieve tendenza del pretto scirocco; il quale appena tende, come suole, al levante accresce lo sforzo da sinistra a destra, per cui si veggono quelle foci inclinate bruscamente da questa parte, e quasi parallele al lido per le acque del mare ingrossate che ne impediscono lo sgorgo libero, e la traversia che le piega da questa parte.

Ho accennata la direzione generale della costa tra la punta di Sdobba e il porto di Lido, e fra Ravenna ed Ancona; ma nell'una, e nell'altra vi sono insenate più, o meno distese e specialmente fra Chioggia e Ravenna sulle quali, a intendere gl'insabbiamenti, e le direzioni delle fosse subacquee, convien ricorrere al dominio delle burrasche prevalenti, come nel Canal-bianco, guardando agli accidenti e alla esposizione dei rombi che le battono, piuttostochè alla corrente littorale, a non volere incontrare il fatto in contraddizione colla teoria.

Il Montanari seguitando la sua ipotesi, consigliava a non allontanare la Piave da Cortelazzo e il Sile da S. Margherita

verticali) attraverso dello scanno, e la fossa si farà più profonda e diritta, sarà meglio guardata dall' impeto delle ordinarie burrasche, impedirà lo spandimento delle materie del ramo d' Ostia nella imboccatura, e farà che quelle di Fiumicino vadano a deporsi a destra nel bacino, largo M. 51, che vi è da questa parte.

Siffatti beneficii non dureranno lungamente, e converrà mantenerli con periodiche protrazioni di ambo i guardiani, tenendo dietro agli annuali progressi delle due spiaggie. Nè, per quanto io sappia, l'arte nostra può con altri divisamenti mantenere sufficientemente navigabili le foci de' fiumi in lido sottile; e una lunga esperienza mi fa credere vana ogni opera diversa. (Segue lo scandaglio della spesa che si ommette).

per arrestare i sabbioni, che vengono da Sdobba in giù; al che son più potenti i fiumi dei moli artefatti, perchè portano i sabbioni più lontano, e una parte se ne perde nei fondi alti; notava ancora che i fiumi radunano più sabbioni alla destra, i reflussi alla sinistra. Ma sembra che le osservazioni di quel grande maestro rispetto alla Piave, e al Sile fossero troppo vicine alle diversioni operate di quelle acque, perchè guardando alle foci d'acqua salsa, o dolce, dalla punta di Sdobba in giù fino a Lido si trovano a cose stabilite segnate sulla destra ed i maggiori insabbiamenti sulla sinistra; veggansi le carte parziali del Portolano dal foglio I. al VI.

Quando si tratta della via d'acqua più facile, o della rotta dei bastimenti in mare, è indubitabile il fatto della tendenza e del moto lento delle acque marine dalla destra alla sinistra; onde si vantaggia entrando nel golfo a tenersi presso la costa orientale; e nel sortire presso la occidentale. Si guadagnano così tre o quattro miglia ogni 24 ore, avendo sempre cospirante il moto litorale, che corre appunto altrettanto. Supponiamo in ciò tranquillo il mare, e tanto meglio se mosso da vento cospirante.. Ove questo fosse contrario, niun soccorso si avrebbe dal moto litorale, il quale, come nota il Portolano, muta direzione ad ogni lieve soffio di vento in direzione contraria; e l'ho verificato io stesso ne' piccoli galleggianti, pienamente sommersi, come riferiva nel citato mio articolo sul Tadini. Ciò affermano costantemente anche i nostri marinai, i quali dicono che cogli sciroccali si rende insensibile il contrario effetto della corrente generale, e vanno in 12 o 14 ore a Venezia, e che basta una bava di questi venti a spedirsi di quella traversata.

Il Manfredi, e lo Zendrini volendo rendere ragione della perdita della foce navigabile del Candiano di Ravenna, messa da parte la corrente litorale, l'attribuivano, com'era naturale, al prossimo sbocco dei fiumi vecchi, rivolto contro di essa artificialmente, il quale protraendo il loro delta intorno alla foce, avea intasata quella del Candiano di sole acque di scolo chiaro; come il delta del Primaro non lontano ha fatto del Lamone costringendolo a piegare alla destra, contro la generale inclinazione di tutti i fiumi inferiori. Quanto alla foce della

Bajona, nella carta unita alla loro relazione vedesi rivolta alla sinistra, contro la teoria del Montanari (1).

A me parve molto da considerare, e me ne espressi nella mia Memoria, il fatto del porto di Ancona, che imbocca la corrente litorale, e si mantiene da tanti secoli. Su di che il Paleocapa osserva, che la gittata recente del Lazzeretto difende ora il porto dall'ingresso delle torbide dei fiumi e della spiaggia aderente; le quali, prima che fosse fatta, ne alzavano il fondo di un piede all'anno, come si nota nel Portolano. Non pare verosimile questo tanto alzamento in un porto che si mantiene da tanti secoli, e che fu ristaurato ed ampliato da Trajano, come si legge nell'Arco Romano erettogli sul molo vecchio; ed è sì ben conservato fino a noi! Le opere ordinarie di espurgo non sono del certo sufficienti a distruggere l'annuale alzamento di un piede veneto (M. 0. 35) sopra M. q. 500000, che sono oltre la metà di tutto il bacino; del quale interrimento anche soli M. 0. 05 basterebbero in 100 anni ad ostruire affatto il porto.

Inoltre anche dopo la recente gittata, l'attual bocca del porto misura un'ampiezza di M. 460, onde con tanta apertura rimane alla corrente un'ampia e libera entrata per convogliarvi i materiali sollevati dalle burrasche.

La conservazione di quel porto mette in aperto, che essendo riparato dalle traversie dominanti, e anche dalla Bora, e aperto solo a ponente d'onde non procedon mai le burrasche, queste non vi recano che le torbide più lievi, e vi bastano gli espurghi ordinarii a mantenerne costanti i fondi: ivi il labro della imboccatura a sinistra è formato dalla punta di quella gittata, pesca in sette metri d'acqua, e dista M. 1500 circa dal lido aderente.

Da queste circostanze del porto di Ancona a me nacque il pensiero di proporre un'opera simigliante artefatta per dare alla mia Rimino un porto a bacino, invece dell'attual porto-canale alimentato dal torrente Marecchia; e mi par degno di essere discusso, se questa imitazione possa ottenere fiducia di

(1) *Raccolta degli scrittori d' acque*. Bologna 1823, pag. 404, 405, volume 8.

buon risultamento. Di che ho pregato voi, colleghi egregi, colla Memoria presentata al nostro Istituto nel luglio dell'anno passato, e contemporaneamente il Chiarissimo Commedator Paleocapa, ministro emerito dei lavori pubblici, e senatore del Regno. Questi, a parer mio, diede una soluzione di fatto al mio quesito colla diga sinistra di Malamocco, e cooperando autorevolmente, e con grande saper teorico, e pratico alla proposta dell'armatura della nuova foce di *Saïd* nel canale di comunicazione da Suez al mediterraneo. Tanto la diga di Malamocco, che i proposti moli di *Saïd* si spingono in mare dal lido fino ai fondi alti, che occorrono alla grande navigazione. E gli effetti della diga di Malamocco hanno pienamente corrisposto all'aspettativa, nè crederei potersi dubitare di quelli che si aspettano dai moli di *Saïd*.

Quando si arriva ai fondi alti oltre 8 metri, le agitazioni del mare non bastano a sconvolgere il fondo ancorchè sabbioso, e le sabbie sconvolte sul lido sottile non sono portate tanto al largo, onde o si accumulano alla riva, o si perdono per la massima parte negli alti fondi, o tutto al più si appoggiano agli ostacoli più o meno copiosamente in proporzione della loro quantità e dipendentemente dalla direzione dell'ostacolo, e delle burrasche che le trascinano. I moli si costruiscono ordinariamente normali al lido, *e il bisogno di allungarli è proporzionale al protendimento annuale del lido medesimo*.

I moli come quelli di Malamocco, e del porto *Saïd* sono di alto costo, ma potendosi praticare in ogni spiaggia sottile naturalmente importuosa, ridurrebbero la questione di ottenervi un buon porto a bacino alla costruzione di moli più o meno lunghi in mare, e però tutta la difficoltà sarebbe della spesa.

La soluzione di questo quesito è di capitale importanza, perchè tutti i paesi, grandi o piccoli situati in riva al mare vorrebbero un buon porto, e i Governi sono continuamente sollecitati da vivissime istanze per ottenerlo. Ma come a me pare che il moto ondoso del mare dia manifesta ragione delle ricorrenti difficoltà che hanno gli approdi nelle nostre foci in lido sottile, siano chiare o torbide, salse o dolci, così stimo disperato il caso di soddisfare a quelle istanze con opere di poca spesa, come si è costretti di fare dappertutto. Credo però, che

ove il Governo, o le associazioni industriali sperassero di aprire una via a commerci importanti tolta la difficoltà della spesa, l'arte potesse sempre suggerire le opere necessarie a conseguire un successo sicuro. Invito i periti a pensarvi, perchè in questa età, tutta rivolta agl'interessi materiali, l'argomento è di grande momento, e ignoro che sia stato trattato, come sembra di meritare.

Quanti studii, quante opinioni contrarie rispetto al porto d'Anzio, irreparabilmente perduto, e a tutti i nostri canali infelicissimi della costa occidentale!

La foce di Malamocco sarebbe oggi un pericolo anche maggiore di prima, se non riusciva al Paleocapa di raddrizzarla con quella diga grandiosa che va a trovare colla punta 12 o 14 metri d'acqua, e se non si desse opera di ampliarne il beneficio colla controdiga che si sta costruendo. Ivi il corso dei sabbioni dalle foci sottovento è copiosissimo; ma quell'ostacolo ne arresta la maggior parte sul lido sottile, e quella che è portata al largo va quasi tutta a perdersi negli alti fondi, ivi a mare quieto si deposita, e non può più risorgere sollevata dalle burrasche. Vi è di più il forte corso dei riflussi che basta a spazzare la piccola parte di quelle più sottili bellette, che rimangono più lungamente sospese nelle acque sconvolte, ed introdotte nel porto dalle burrasche; alle quali in mancanza di questo ajuto, come in Ancona, basta l'opera ordinaria de'cavafanghi. Così si mantiene coi fondi costanti questo porto; come io credo che si manterrà lungamente quello di Malamocco, al quale ad epoca lontana potrà tutto al più occorrere l'allungamento delle dighe. Dalla spiaggia più o meno torbida dipende, come accennava, la protrazione più o men sollecita dei moli, come la maggiore o minor lunghezza loro da principio. Crederei che queste difficoltà dovessero essere minori dal Savio in Ancona, essendo quivi notabilmente minore l'annua protrazione del lido, che superiormente. Infatti vediamo Adria, Ravenna, Rimini, città antichissime, questa lontana un miglio dal mare, le altre sette, e venti miglia, vi sono anche più prossime verso Ancona, Pesaro, e Senigallia.

Ma la materia è tanto vasta e grave, che da questi cenni non può essere chiarita, e io mi son lasciato andare a farli

per invogliare chi si senta potente a trattarla con amore, parendomi che farà opera gloriosa, e di pubblico beneficio.

Conclusione.

1.° Raccogliendo le suesposte considerazioni, risulterebbe che la teoria del Montanari rispetto alla corrente litorale è insufficiente, e non occorre a dare spiegazione agl'insabbiamenti delle foci, e alla direzione delle fosse subacquee, e in generale all'annuo protendimento delle nostre spiagge sottili.

Vediamo le traversie dominanti abili a trasportare e a distendere lungo la costa le ghiaje vomitate alle foci dai torrenti, come può rimaner dubbio che non sian abili a distendere nel senso loro anche le grosse sabbie, le più sottili, e le finissime torbide? e a far piegare gli sbocchi dei canali, e dei fiumi? Onde senza ricorrere alla lenta correntia generale s'intendono subito gl'insabbiamenti, e le fosse subacquee della costa occidentale, di qualunque natura siano.

2.° Che anzi la corrente litorale abile solamente a traslocare le torbide finissime, che rimangono più lungamente sospese nelle acque del mare sconvolte, non lascia intendere, come la sua opera quantunque continua, e sempre nello stesso senso, possa bastare a produrre effetti contrarii e permanenti, come si osservano nei nostri sbocchi armati o disarmati che siano. Cessata la burrasca, dopo qualche tempo anche il limo finissimo cade al fondo; nè può rialzarlo quella troppo lenta corrente continua, vi occorre una nuova burrasca che lo sollevi di nuovo, e lo rimetta in azione; ma se la nuova burrasca ha direzione contraria, non solo distrugge il suo fatto precedente, ma ne produce uno contrario, traslocando dalla parte opposta il limo depositato prima, e non di rado anche una parte del letto su cui posava.

A riprodurre quel primo fatto vi vorrebbe, oltre l'opera costante della corrente, quella eziandio di una burrasca cospirante con essa; e ciò costantemente, il che è contro a quanto accade. Onde il risultamento finale sarà sempre derivato dalla prevalente direzione del moto ondoso del mare sia progressivo continuo, o intermittente. Se questo come notavamo, cospirerà

colla correntia crescerà di potenza, se sarà opposto eliderà quello della correntia, e produrrà effetti opposti.

È poi sì tenue l'aiuto che può dare al moto burrascoso l'azione di quella corrente anche cospirante, che non bisogna il suo concorso a intendere gli effetti che si veggono, onde a me parve di poter concludere, che senz'essa i protendimenti del nostro lido, e la disposizione delle foci sarebbero, come sono.

Vero è che una burrasca ancora può distruggere l'effetto della precedente se procede da opposta direzione, ma le levantare nella parte di costa che esaminiamo, essendo predominanti e ricorrenti ogni anno, superano gli effetti delle burrasche contrarie che debbono riguardarsi straordinarie specialmente riguardo agli effetti di cui si tratta. E quando, a eagion d'esempio, per qualche parziale accidente della spiaggia, una foce sia esposta all'impeto dei venti boreali, e riparata dagli altri, da quelli dipenderanno gl'insabbiamenti, e la direzione della fossa subacquea, come nel Po di levante, o Canal-bianco.

3.° Crederei finalmente che colla stessa guida delle traversie prevalenti potesse intendersi facilmente, che il punto di massimo insenamento del lido fra due foci torbide si stabilisse ove giungono le minime quantità di limo dei due fiumi, onde al porto di Volano toccano gl'insabbiamenti dal Po e non dal Primaro-Reno, a quello di Magnavacca dal Primaro-Reno e non dal Po; così al porto Corsini più dai fiumi uniti che dal Primaro-Reno, dacchè il Lamone fu gittato nelle valli; e similmente al canale di Cesenatico ugualmente dagli sbocchi inferiori che dai superiori.

So che questo mio modo di vedere in questi fenomeni si discosta forse troppo da quello di tanti insigni maestri, ma sento nell'animo che procede unicamente dal mio vivo desiderio d'intenderli, onde spero, che ove non possa essere accolto, sarà almeno scusato.



NUOVI ESPERIMENTI SULLE STELLE CADENTI; DEL PADRE A. SECCHI.

La solita apparizione di stelle cadenti verso l'epoca di S. Lorenzo si è verificata anche quest'anno in un grado assai più splendido degli anni scorsi; e la loro osservazione si è fatta al Collegio Romano con un sistema non ancora usato da alcuno, cioè mediante la corrispondenza telegrafica fra due stazioni lontane, il quale è l'unico modo sicuro con cui poter riuscire a togliere le molte incertezze che regnano ancora su la vera origine di questi fenomeni. Perchè è vero che tra gli astronomi prevale ora l'opinione che essi siano corpuscoli cosmici, i quali incontrati dalla terra e da essa attratti infiammansi all'entrare nella nostra atmosfera, ma pure l'antica teoria che esse siano accensioni elettriche o esalazioni di calore nell'aria ha ancora molti fautori.

Circa venti anni fa, furono questi fenomeni soggetto di molto studio, e vari dotti in Germania e in Italia fecero gran copia di osservazioni corrispondenti, donde appunto trasse origine l'opinione suddetta, ma non mancarono molte dubbiezze nei loro risultati, e disperando di poter rispondere a tutte le difficoltà, e di progredire nella loro cognizione, furono abbandonate affatto e non seguirono ad occuparsene che incidentemente alcuni, tra quali si è distinto M. Coulvier Gravier. Ma se i mezzi di cui potevano disporre gli antichi osservatori erano esausti, uno ne restava ad essi inaccessibile, il quale dovea esser tentato ad ogni modo, e che solo poteva risolvere in un istante infinite difficoltà. Questo era il telegrafo elettrico coll'intervento del quale mirabile strumento potevansi mettere in chiaro i punti più dubbiosi in questa materia. Fin da due anni fa io l'avea ideato e proposto ad alcuni dotti che mi onorano della loro amicizia, e singolarmente al sig. Quetelet, e desiderava con impazienza poterlo ridurre ad atto io stesso: ma la cosa era impossibile sulla linea principale romana per la gran copia delle comunicazioni che notte e giorno tengono occupato l'uffizio. Fortunatamente adesso essendo attivato il tron-

co secondario che unisce Roma con Civitavecchia, e questo non avendo sì grandi occupazioni notturne, e potendosi le due stazioni congiungere anche per la via di Viterbo, sperai che non sarebbe stato impossibile l'ottenerlo. Ne feci pertanto progetto al sig. Ing. Mingazzini direttore dei telegrafi pontificii, ed esso, pose immediatamente a mia disposizione quanto era necessario di materiale e di personale con una prontezza e generosità per la quale non saprei esprimere sufficientemente la mia gratitudine. L'altra cosa non meno importante era di trovare un osservatore corrispondente e capace all'altra stazione, e in ciò pure sono stato al sommo fortunato nella persona del sig. Ingegnere Augusto Statuti, il quale ha assunto questa parte con impegno, abilità, e perseveranza superiori ad ogni elogio.

Fu adunque concertato che dalla sera del 3 agosto fino a quella dell'undici si farebbero osservazioni simultanee fra Roma e Civitavecchia, primieramente all'uso antico cioè notando i tempi ed i luoghi delle apparizioni in ciascuna delle due stazioni, ma partendo da orologi regolati simultaneamente per via telegrafica il mezzodì antecedente: e che il giorno 6 si farebbe un esperimento di prova nella sera col telegrafo, riserbando i giorni 9, 10 e 11, soliti ad esser di maggior frequenza, per le osservazioni definitive.

Pertanto onde ordinare tutto in piena regola, il sig. Jacobini ispettore delle linee telegrafiche venne a collocare una macchina telegrafica all'Osservatorio del Collegio Romano, il quale ha già il filo col quale può esser messo in comunicazione coll'Ufficio, e un'altra ne andò a collocare a Civitavecchia sulla torre del palazzo delegatizio. Ivi il sig. Statuti assistito dai signori Deramo e Marzanich, usando un cronometro gentilmente favoritoci dal sig. Colonnello Comm. Cialdi, formavano la stazione corrispondente, e vi presero parte pure altri signori, e tra questi volle onorare l'esperimento di sua presenza Monsig. Delegato stesso, e il sud. sig. Comm. Cialdi.

Il sig. Cav. cap. Palomba si incaricò di ricevere i confronti pel cronometro che gli sarebbero stati trasmessi telegraficamente ad ogni mezzodì. In Roma oltre gli addetti all'Osservatorio ed alcuni altri professori del collegio, presero parte alle

osservazioni il sig. Dirett. Mingazzini e il sig. Olivieri e coadiuvarono anche gli allievi del telegrafo.

Fu adunque concertato che il sig. Statuti non osserverebbe di proposito che alla parte che si estende dal Nord-Ovest al Sud-Est, ma che a Roma si sarebbe estesa l'osservazione a tutto il cielo. Nelle sere in cui si avea il telegrafo, ad ogni stella che apparisse, ciascuna stazione dovea darne avviso all'altra con un semplice tocco del telegrafo, dal quale si restava assicurati che la stella era stata contemporanea. Ed avemmo la soddisfazione fino dalla prima sera di metterne fuor di dubbio la perfetta contemporaneità di molte. Ma vedendo la utilità di riconoscere sull'atto stesso la posizione a cui si riferivano in cielo dalle due stazioni, fu poscia aggiunto che da Civitavecchia si dicesse subito a Roma per telegrafo il luogo ove era stata osservata, e questo sistema fu ritenuto le sere del 10 ed 11 in cui si fecero le osservazioni definitive (1) che si prolungarono ciascuna sera dalle ore 9 alle 10 e $\frac{1}{2}$.

Non è possibile dare qui, le osservazioni intere, e molto meno la loro discussione i cui calcoli richiederanno molto tempo ancora: solo ci limiteremo a dare alcuni risultati principali ottenuti.

Il primo e più importante l'abbiamo già accennato, cioè la contemporaneità di molte alle due stazioni, ma non di tutte, il che deve dipendere in gran parte dall'essere stato una sola persona che di proposito osservava a Civitavecchia, ma ogni sera se ne sono contate almeno 8 o 10 rigorosamente contemporanee, e la sera del 10 ne avemmo 34 e 16 quella dell'11. Onde il numero è sufficiente per una fondata discussione. — Da questo fatto della contemporaneità loro rimane sciolta la difficoltà opposta da Bessel alle ricerche del suo tempo, e benchè molti casi di contemporaneità si fossero verificati anche allora, pure poteva ragionevolmente sospettarsi di equivoco o di coincidenza accidentale e ciò non è difficile ad accadere per-

(1) Le osservazioni del 9 non furono potute fare perchè recatosi il sig. Statuti a Roma per affari urgenti, e per concertare meglio varii punti su le osservazioni stesse, arrivò alla ferrovia qualche secondo dopo sonato il campanello di partenza.

chè le stelle spesso arrivano a molte insieme vicinissime, e noi stessi in un caso o due malgrado il telegrafo restammo in dubbio quale delle molte fosse la vera identica.

Ma il vantaggio principale del telegrafo è quello di fare che i due osservatori si impegnino a determinare con maggior precisione il luogo della stella, giacchè quando sono un pò frequenti, come quest'anno, è impossibile determinarlo esattamente per tutte: e allora, trascurate le altre, concentravamo tutta l'attenzione nelle contemporanee.

Messa in sicuro la simultaneità dell'apparizione nei due siti diversi, e valutata discretamente bene la posizione della stella, cioè il suo punto di origine e la strada percorsa fra le costellazioni, è facile risolvere una infinità di problemi sulla loro distanza e direzione reale, conoscendo la posizione relativa dei due osservatori.

La distanza dei due luoghi di osservazione è molto prossimamente in linea retta 44 miglia romane, ossia 65 chilometri; e la direzione di Civita Vecchia presa dal Collegio Romano è a 70° dal nord verso l'ovest; ora è evidente che presa per base tale distanza, se le stelle sono molto lontane assai poco deve variare il luogo della loro apparizione in cielo, ma molto varierà se sono vicine. Non è difficile il fissare colla geometria le leggi che devono seguire tali spostamenti, ma qui ci contenteremo di accennare i fatti osservati; 1° la diversità di luogo (rapporto all'altezza) è stata molto maggiore per le stelle comparse in alto presso allo zenit che per quelle in basso: e questa legge si è verificata a puntino a colpo d'occhio in tutte; 2° nelle stelle basse si è veduto piccolissimo lo spostamento azimutale (o laterale) in quelle che sono comparse in direzione delle due stazioni, ma era molto grande in quelle comparse perpendicolarmente alla linea che le congiunge; 3°. generalmente quelle comparse dal lato di levante del nostro meridiano erano vedute a Roma più alte che a Civitavecchia, e viceversa si vedevano più basse quelle dalla parte di ponente, 4°. presso allo zenit nessuna stella ebbe parallasse minore di 20 in 30 gradi, ma spesso assai più, talchè cambiavano di posto di intere costellazioni, e l'equivoco era impossibile al più inesperto osservatore.

Questi fatti provano che le stelle cadenti non sono molto

alte: ammettendo una parallasse media di circa 35 gradi presso allo zenit, il che poco si scosta dal vero, la loro altezza sarebbe di 50 miglia geografiche cioè 90 chilometri: anche il limite minimo di 20 gradi porta 180 chilometri che è un'altezza non punto esagerata tra quelle che si assegnano all'atmosfera, la quale il sig. Liais crede che possa salir fino 340 chilometri, benchè altri la faccia non poco minore. Ad ogni modo tal limite scioglie la grande difficoltà opposta da Bessel alle anteriori osservazioni, di dare cioè delle parallassi piccolissime, le quali rendevano inconcepibile come potessero vedersi queste meteore mentre attraversano l'ombra terrestre qualora state fossero fuori dell'atmosfera; ma questi erano errori provenienti certamente da difetto di identità nei fenomeni osservati alle diverse stazioni. Noi abbiamo casi di parallassi molto maggiori le quali indicano anche minore altezza.

Riceveranno dalle nostre osservazioni lume maggiore anche molti altri punti più sostanziali e controversi sul loro corso e su la direzione generale delle loro trajettorie. Quantunque ci fossero delle eccezioni, pure risultò costante il fatto che i prolungamenti delle strisce andavano ad incontrarsi in uno spazio assai ristretto nella regione di Cefeo e Cassiopea.

Il numero totale delle meteore osservato è stato il seguente in Roma e in Civitavecchia, secondo i diligentissimi rapporti inviati dal sig. Statuti.

Agosto	Stelle a Roma		Stelle a C. V.	
4	22	dalle 8 $\frac{1}{2}$ a 10	11	da 9 a 10 $\frac{1}{2}$
5	20	8 $\frac{3}{4}$ a 10	15	9 a 10 $\frac{1}{2}$
6	21	9 a 10	16	9 a 10 $\frac{1}{2}$
7	23	9 a 10	20	9 a 10 $\frac{1}{2}$
8	32	9 a 10	21	9 a 10 $\frac{1}{2}$
9	40	9 a 10	»	»
10	133	9 a 10 $\frac{1}{2}$	38	9 a 10 $\frac{1}{2}$
11	70	9 a 10 $\frac{1}{2}$	24	9 a 10 $\frac{1}{2}$

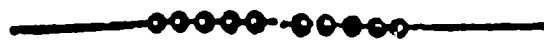
Dal presente quadro si vede un massimo dichiaratissimo il giorno 10, del quale non vi può esser dubbio che sia reale, essendo stati gli stessi osservatori e quindi dimostra non esser

questo affatto fenomeno meteorologico, ma di ordine assolutamente cosmico.

La sua spiegazione più ragionevole è quella di ammettere che il sole sia cinto oltre i pianeti e le comete da un anello formato da piccoli corpicciuoli, il quale taglia l'ecclittica nel luogo ove trovasi la terra al 10 di Agosto, e siccome in tutti gli anni la terra in quel giorno riede allo stesso posto, così allora li vediamo in maggior copia. Corrispondendo ivi la parte più condensata dell'anello questi corpuscoli sono attratti dalla massa terrestre, cadono in essa, e si infiammano al contatto dell'atmosfera, come è noto accadere negli aeroliti per l'attrito contro l'aria stessa. Questa teoria è convalidata dalla costanza delle direzioni che sono appunto parallele e contrarie a quelle che ha la terra nell'orbita sua nel suddetto giorno.

Lascio per brevità diverse altre particolarità che si possono vedere nella illustrazione al *Quadro fisico del sistema solare* da me pubblicato, e concludo coll'esternare i miei più cordiali ringraziamenti a tutti quei signori che hanno cooperato a quest'opera, la quale è stata per me del più vivo piacere per l'interesse, premura ed amore con cui si sono tutti prestati, non solo i sullodati signori Mingazzini, Statuti e Jacobini (il quale ultimo principalmente ha dovuto sostenere per ciò fatiche non indifferenti), ma anche tutti gli altri impiegati telegrafici, i quali hanno emulato in ciò la diligenza dei loro capi. Questo impegno fa sommo onore al paese e fa vedere quanto tra noi si stimi il progresso della scienza anche in quella parte che è meramente teorica.

Dall'Osservatorio del Collegio Romano, li 12 Agosto 1861.



SOPRA I RADICALI DELL'ALCOL BENZOICO, DELL'ALCOL CUMINICO E DELL'ALCOL ANISICO; DI S. CANNIZZARO, E A. ROSSI.

I metalli alcalini agiscono sopra gli eteri cloridrici degli alcoli aromatici benzoico, cuminico ed anisico, come sopra gli eteri cloridrici e jodidrici degli alcoli $C^nH^{2n+2}O$.

Di fatto con questo metodo si preparano i radicali degli alcoli aromatici, come si sono preparati quelli degli alcoli ordinarii.

Radicale dell' alcol benzoico o benzetile — $(C^7H^7)^2$. Si pone in contatto del sodio il cloruro di benzetile C^7H^7Ch e si scalda per alcune ore a 100°; il sodio si copre di un composto azzurro, che in parte si distacca polveroso, composto certamente analogo a quelli ottenuti da Bouis dall'azione dell'etere caprilocloridrico sul sodio. Terminata la reazione si agita con l'etere, si filtra la soluzione eterea e si svapora. Si ottiene così come residuo il benzetile sulle prime allo stato oleoso, ma che dopo qualche tempo cristallizza. Si stringe tra carta sugante per ispogliarlo d'una piccola quantità di materia oleosa gialla che suole accompagnarlo, e si fa cristallizzare due o tre volte nell'alcol bollente. Ciò basta per ottenerlo del tutto puro.

Il benzetile è un corpo bianco cristallizzato; fonde tra 51°,5 e 52°,5; bolle senza decomposizione sensibile verso 284°. È insolubile nell'acqua, poco solubile nell'alcol freddo, molto più solubile nell'alcol bollente, solubilissimo nell'etere e nel solfuro di carbonio. Dalla soluzione alcoolica bollente per raffreddamento cristallizza in aghi fini; dalla soluzione in un miscuglio d'etere e d'alcol per lento svaporamento si ottiene cristallizzato in lunghi aghi striati come il nitro, o in lamine lucenti d'una certa spessezza. Indicheremo più sotto i risultati che il signor Quintino Sella ha ottenuto dallo studio di questi cristalli.

Il benzetile sottomesso all'analisi ha dato i seguenti risultati:

$0^{gr},379$ di materia bruciata col cromato di piombo ha dato $0^{gr},263$ d'acqua, e $1^{gr},280$ di acido carbonico.

Desumendo da questi risultati la composizione centesimale,

essa è d'accordo con quella dedotta dalla formula $(C^7H^7)^2$, come può verificarsi dalla seguente comparazione.

	Calcolo	*Esperienza*
C^7	92,307	92,108
H^7	7,693	7,709
	100,000	99,817 .

Radicale dell' alcol cuminico, o cumintile — $(C^{10}H^{13})^2$. Si ottiene anch'esso, come il benzetile, dall'azione del sodio sull'etere cloridrico dell'alcol corrispondente. Si pone a tal fine l'etere cumindroclorico ben secco con eccesso di sodio in un tubo che si chiude alla lampada, e si agita fortemente il miscuglio per alcuni istanti. La reazione comincia immediatamente e si compie alla temperatura ordinaria con isviluppo di calore. Il sodio si copre poco a poco d'uno strato del noto composto azzurro, e il liquido col raffreddamento si rappiglia in una massa cristallina iridescente. Si apre allora il tubo, si tratta la massa con etere e si filtra. La soluzione eterea limpida così ottenuta, svaporata lascia per residuo il cumintile cristallizzato. Si stringe fra carta sugante per privarlo d'un poco di materia oleosa e si cristallizza nell'alcol bollente.

Il cumintile puro cristallizza in larghe lamine perlacee splendentissime. Fonde a 62°,5 in un liquido limpidissimo che col raffreddamento cristallizza in laminette iridescenti. Bolle ad una temperatura superiore ai 360° senza decomposizione sensibile. È insolubile nell'acqua, poco solubile nell'alcol freddo, assai solubile nell'alcol bollente, solubilissimo nell'etere e nel solfuro di carbonio.

La sua analisi ha dato i seguenti risultati:

I. $0^{gr},274$ di materia bruciata con cromato di piombo ha dato $0^{gr},242$ d'acqua, e $0^{gr}.904$ d'acido carbonico.

II. $0^{gr},464$ di materia ha dato $0^{gr},410$ d'acqua, e $1^{gr},531$ d'acido carbonico.

Traducendo questi risultati in centesimi e comparandoli con quelli ottenuti dal calcolo della formola $(C^{10}H^{13})^2$ si ha:

	Calcolo	Esperienza I	Esperienza II
C^{10}	90,22	89,96	89,98
H^{13}	9,78	9,81	9,81
	100,00	99,77	99,79

Radicale dell' alcol anisico — $(C^8H^9O)^2$? L' etere aniso-cloridrico $C^8H^9O\,Ch$ pare che in contatto del sodio si comporti d' un modo del tutto analogo agli eteri cloridrici degli alcoli benzoico e cuminico. Di fatto messo in contatto del sodio vi reagisce, producendo il solito composto azzurro. Dopo la reazione agitando con etere e svaporando la soluzione eterea si ottiene un corpo cristallizzato bianco, il quale pare sia il radicale ossigenato dell' alcol anisico che in questa come in tutte le altre reazioni sin ora studiate si comporterebbe come un alcol monoatomico.

Noi ci proponiamo di esaminare con maggior minutezza i caratteri di questo radicale alcoolico.

La piccola quantità d' alcol anisico che abbiamo potuto adoperare ci ha sin ora appena permesso di scoprire l' analogia del modo di comportarsi del suo etere cloridrico con quelli dei due alcoli aromatici benzoico e cuminico.

Avendo ottenuto i radicali dell' alcol benzoico e cuminico cristallizzati, ci parve importante di sottometterli ad un accurato esame cristallografico comparativo. Di fatto egli è difficile trovare due corpi che abbiano tra di loro maggiore analogia di costituzione, e che siano prodotti in condizioni più simili. Abbiamo perciò rimesso al sig. Quintino Sella i migliori cristalli che ci è stato dato di procurarci, ed egli ne ha intrapreso lo studio. Egli ci ha promesso di pubblicare in una Memoria a parte tutti i particolari delle sue osservazioni, e le conclusioni che potrà trarre sull' analogia delle forme cristalline dei due radicali suddetti.

Ecco intanto i risultati che sin ora ci ha comunicati:

Radicale dell' alcol benzoico — Lamine a contorno mal definito, ed associazione di prismi difficili a misurarsi. Appartengono al sistema monoclino. Le misure degli angoli danno approssimativamente $100,101 = 30°$; $010,111 = 48°$; $001,101 = 48° \frac{1}{2}$.

Le faccie osservate sono: 001,101,$\bar{1}$01,110,$\bar{1}$03.

Le lamine sono dovute al grandissimo sviluppo di $\bar{1}$01.

Sfaldature 110, e 010, ma quest' ultima meno netta.

Gli assi ottici sono nel piano di simmetria e sulle lamine $\bar{1}$01, ove si osserva al microscopio polarizzatore una serie di anelli, il cui asse si allontana dalla perpendicolare a $\bar{1}$01 di 19° circa.

Radicale dell' alcol cuminico — Lamine sottili di cui non è riescito sin ora a determinare le facce laterali. Appartengono anche al sistema monoclino; perchè si osserva al microscopio polarizzatore una serie di anelli, il cui asse si allontana dalla perpendicolare alla lamina di circa 12°. Il piano degli assi ottici è parallelo ad una delle linee di sfaldatura laterale delle lamine; ma vi ha una differenza tra queste lamine e quelle del radicale dell' alcol benzoico. Di fatto la linea di più grande elasticità ottica è nelle lamine del benzetile perpendicolare al piano degli assi ottici, mentre che al contrario è parallela a questo piano nelle lamine del cumintile.

Non ostante questa differenza non esclude l' analogia tra le forme cristalline di questi due radicali; poichè si conoscono moltissime sostanze realmente isomorfe, che sono di segno contrario per ciò che riguarda i loro caratteri ottici.



RETTIFICAZIONE SULLA STRUTTURA DEI GLOMERULI MALPIGHIANI DEI RENI NELLA SERIE ZOOLOGICA; E. OEHL.

Credevasi fino ad ora che l' uomo ed i mammiferi, facessero comparativamente ai pesci rettili ed uccelli una eccezione nella struttura dei glomeruli malpighiani dei reni. Credevasi cioè che mentre nella prima e più elevata classe dei vertebrati il glomerulo consta di una *rete mirabile*, risultasse invece nelle altre tre classi dall' attorcigliamento di un solo ed unico vaso.

Il mio illustre maestro, il Prof. Hyrtl, si è ora accertato

che sotto questo rapporto non esiste eccezione di sorta nella serie zoologica e che anche i glomeruli malpighiani delle tre ultime classi presentano una vera rete mirabile nella decomposizione e ricomposizione dei vasi afferente ed efferente di ciascun glomerulo.

Quando si tratti di iniezioni perfette dei glomeruli dei generi: *Scyllium*, *Notidanus*, *Galeus*, *Acanthias* e *Mustelus*, è impossibile rilevare se il vaso del glomerulo sia unico o multiplo, come difficile sarebbe in un piccolo glomerulo di filo determinare se esso sia semplice o composto dalla torsione di varii fili più piccoli. Quel che non dà a riconoscere la injezione perfetta del glomerulo lo dà a divedere quella che, o accidentalmente o a bella posta, non riuscì a penetrare se non fino a mezzo spessore del glomerulo stesso. In questo caso infatti, se si trattasse di glomerulo ad unico vaso, si dovrebbe vedere attraverso lo spessore della parte non injettata un unico punto d'arresto della materia da injezione, mentre invece se il glomerulo consta di un vaso afferente che si decompone per poi ricomporsi di nuovo in un vaso efferente, si dovranno vedere varii punti di arresto della materia e questi punti di arresto dovranno essere tanto meno numerosi quanto più l'injezione riuscì perfettamente od imperfettamente e dovranno essere invece tanto più numerosi, quanto più si riuscì ad avvicinarsi colla injezione alla parte mediana del glomerulo, ov'è massima appunto la decomposizione del vaso afferente e non ancora incominciata la ricomposizione del vaso efferente. Ciò venne infatti osservato da Hyrtl, il quale nella parte mediana dei semi-injettati glomeruli di pesci numerò da 16 a 24 punti d'arresto della materia da injezione, numero questo di punti superiore a quello che osservasi nel Bue, nel Cavallo, nel Dromedario e nella Giraffa. Questo genere d'indagine riesce più facile nelle Chimere e negli Sturioni, ma più specialmente ancora nei Ciclostomi, in causa della maggiore lassezza del tessuto che tiene riunite fra loro le diramazioni vascolari e della conseguente maggiore lontananza dall'uno all'altro dei menzionati punti d'arresto. Il concetto però di rete mirabile sarebbe ancora insufficiente ad esprimere, specialmente pei pesci, la maniera con cui sono disposti i vasi nei glomeruli malpighiani dei reni; dico che sarebbe insufficiente,

perchè nelle maglie primitive della rete mirabile, bisogna, come risulta dalla inspezione colla lente dei pezzi injettati, ammettere una decomposizione vascolare più minuta che tiene fra loro in comunicazione i maggiori rami da cui risulta la decomposizione del vaso afferente.

Sulle retine anangiche. Il Prof. Hyrtl ha comunicato nel corrente anno alla Imperiale Accademia delle Scienze in Vienna, il risultato delle sue ricerche sulla vascolarità della retina nelle diverse classi della serie zoologica.

Egli è giunto all'importantissimo risultato: *essere vascolare soltanto la retina dell'uomo e dei mammiferi; mancare affatto di vasi la retina delle altre tre classi di vertebrati.* A malgrado che il Prof. Hyrtl dà oltre sei lustri si occupasse delle injezioni microscopiche, ritenne sempre che da imperfezione delle medesime dipendesse la non riuscita della injezione dei vasi delle retine nelle tre accennate classi di animali.

Quando ebbe rimarcata questa supposta non riuscita della injezione, raddoppiò di zelo onde perfezionare i suoi metodi, ma in migliaia di tentativi ch'ei fece ottenne sempre lo stesso risultato negativo. In questi ultimi tempi però dopo la pubblicata offerta di scambio delle sue injezioni con altri preparati anatomici, venne fatto dal Prof. Hyrtl una grande ricerca di injezioni della retina nei varii animali della serie, per corrispondere alla quale, dovette egli dopo numerose ricerche proclamare il sovraesposto risultato della anangia della retina nelle tre classi inferiori dei vertebrati.

In questi animali il nervo ottico munito di vasi dal suo partire dal cervello fino al suo entrare nel bulbo, non racchiude però *un'arteria centrale*; i suoi vasi appartengono al nevrilema esterno e poche diramazioni si avanzano verso gl'*interni* sepimenti del medesimo.

Non riesce mai, come al contrario riesce sempre nell'uomo e nei mammiferi, di poter scorgere un'arteria centrale nei nervi ottici perfettamente injettati di animali spettanti alle tre serie suddette.

Il Prof. Hyrtl non ebbe certamente campo di fare injezioni in tutte le singole specie di queste classi, ma dal grandissimo numero di injezioni fatte e dall'argomento dell'analogia si crede

autorizzato a generalizzare a tutte le specie delle tre classi suddette la mancanza dell' arteria centrale.

Il Prof. Hyrtl injetta l' occhio dei pesci dall' origine della carotide, e la injezione riesce sempre con tanta perfezione che ritornando la materia per le vene se ne può ragionevolmente inferire: essere completamente injettato il sistema capillare dell' occhio. E con tutto questo nessuna traccia presentasi di vasi retinici.

La stessa injezione eseguita per la carotide nei rettili ritorna per la giugulare senza toccare la retina.

Negli anfibii nudi, attesa l' ampiezza dei vasi capillari è impossibile non ottenere una perfetta injezione dell' occhio injettando dal bulbo arterioso. Eppure nella rana e nel bufo si riesce ad ottenere completamente injettato il finissimo sistema capillare della jaloidea, si riesce ad ottenere il rigurgito della injezione per le vene, ma non si riesce ad ottenere injettato un benchè minimo vasellino della retina.

Lo stesso avviene injettando contemporaneamente (con tubo biforcato) le due carotidi negli uccelli e chiudendo le arterie vertebrali e spinali. Si ottiene una perfetta injesione di tutte le membrane dell'occhio, non esclusa la capsula lenticolare, ma nessuna traccia di vasi injettati presenta la retina.

L' anangia della retina rende possibile la nutrizione di questa membrana per la sola via della imbibizione. Il plasma nutrizio non può venire negli uccelli che dalla membrana ruischiana, ed imbibire la retina attraversando lo strato di cellule pigmentose. Nei batraci e in tutte le famiglie degli ofidii la retina verrebbe ad essere nutrita dalla ricchissima rete vascolare che Hyrtl stesso ha scoperto nella jaloidea. E nemmeno v' ha pesce fra i cartilaginei e gli ossei la cui membrana jaloidea vada priva di vasi.

Non si può dire se questa mancanza di vasi sia congiunta al processo di sviluppo embrionale dell' occhio, oppure se i vasi una volta esistiti in questa membrana siensi poi atrofizzati e scomparsi.

Comunque sia la cosa però codest' anangia della retina lungi dall' essere una condizione sfavorevole al fenomeno della visione, deve essere anzi favorevolissima alla formazione delle

immagini retiniche sapendosi abbastanza dall'ottica fisiologica come nell'uomo e nei mammiferi influiscano sulla immagine retinica i vasi che trovansi come corpi opachi al disopra degli elementi sensitivi della retina. I vasi della jaloidea non possono per l'ampiezza delle loro reti essere causa di disturbo alla formazione della immagine retinica, quanto lo sono le strette maglie dei vasi della retina nell' uomo e nei mammiferi.



INFLUENZA DEL MOTO DEI MEZZI RIFRANGENTI SULLA PROPAGAZIONE DEI RAGGI LUMINOSI DA CUI SONO ATTRAVERSATI; SUNTO DI UNA MEMORIA DEL PROF. LORENZO RESPIGHI, LETTA ALL' ACCADEMIA DELLE SCIENZE DELL' ISTITUTO DI BOLOGNA.

(Estratto dal Rendiconto delle Sessioni del 1861).

Una grave questione, di pertinenza non tanto dell' ottica quanto dell'astronomia, rimane tuttora indecisa malgrado i giganteschi progressi raggiunti dalla scienza della luce. Risguarda tale questione, l'influenza del moto dei mezzi rifrangenti sulla direzione dei raggi luminosi, da cui sono attraversati. Per una parte l' esperienza finora non ha somministrato in proposito che pochi dati e troppo imperfetti per poter servire di base alla soluzione completa di questa questione; e per l' altra la teoria non ha potuto pervenire a questa, senza appoggiarsi sopra certi postulati probabili sì, ma sempre ipotetici; onde le conseguenze da essi dedotte abbisognano tuttora di essere dalla esperienza confermate.

Fino dalla metà dello scorso secolo il Boscovich, allo scopo di apportare un argomento decisivo in favore di uno dei due

sistemi in allora ammessi dai fisici sulla natura della luce, proponeva un esperimento destinato a mostrare, se la luce si propaghi nell' aria più velocemente che nell' acqua, come si ammette nel sistema delle ondulazioni, o viceversa nell' acqua più velocemente che nell' aria, come viene stabilito nel sistema dell' emanazione.

L' esperimento proposto dal Boscovich consiste nel determinare la posizione apparente delle stelle per mezzo di un cannocchiale pieno d' acqua dall' obbiettivo fino al micrometro, in modo che le immagini delle stelle vengano formate da raggi propagantisi dall' obbiettivo sino al foco, non già attraverso all' aria, come succede nei cannocchiali comuni, ma bensì attraverso all' acqua.

Secondo il modo di vedere del Boscovich la posizione apparente delle stelle, così determinata, doveva risultare affetta da un' aberrazione diversa da quella constatata negli ordinarii strumenti astronomici, e cioè sensibilmente maggiore o minore di questa, secondo che la luce si fosse propagata nell' acqua meno o più velocemente che nell' aria.

Di più, collo stesso ragionamento, il Boscovich trovava che rivolto e fissato il cannocchiale ad acqua sopra un oggetto terrestre lontanissimo, l' immagine di questo, anzichè mantenersi costantemente fissa sul micrometro, come succede nei cannocchiali comuni, doveva invece presentare durante la rotazione della terra, un moto periodico apparente, descrivendo una curva di dimensioni sensibili e misurabili nel suddetto cannocchiale, qualora si avesse potuto ottenere l' immagine dell' oggetto ben distinta ed abbastanza ampliata.

Se non che le argomentazioni del Boscovich, quantunque apparentemente assai speciose, in sostanza però si trovano inesatte, perchè basate sopra dati in parte erronei, e in parte incerti.

Infatti egli dimentica di osservare che nel cannocchiale ad acqua il centro ottico viene portato in vicinanza al centro di curvatura della superficie esteriore dell' obbiettivo, circostanza per la quale l' aberrazione della luce, calcolata secondo i principii del sistema dell' emanazione, si trova nel cannocchiale suddetto identica a quella osservata nei comuni stromenti a ri-

frazione od a riflessione. Di più nel determinare l'aberrazione della luce nel cannocchiale ad acqua secondo i principii del sistema delle ondulazioni, suppone nulla l'influenza del moto del mezzo rifrangente sulla direzione dei raggi luminosi da cui sono attraversati, ciò che spettava appunto all'esperienza di dimostrare.

Perciò le conseguenze da lui argomentate, e cioè la variazione dell'aberrazione delle stelle e il movimento apparente dell'oggetto terrestre, dovevano ritenersi erronee secondo i principii del sistema dell'emanazione, incerte poi secondo quelli del sistema delle ondulazioni.

Ciò nullameno l'attuazione del progetto di esperienza proposto dal Boscovich, se perde la sua importanza in quanto allo scopo al quale veniva da questo destinato, presenta però un grande interesse qualora si consideri in rapporto ai risultati che da esso potrebbero ricavarsi intorno all'influenza del moto dei mezzi rifrangenti sulla propagazione dei raggi luminosi. Infatti determinando secondo i principii del sistema delle ondulazioni le apparenze che le stelle e gli oggetti terrestri dovrebbero presentare nel cannocchiale ad acqua nell'ipotesi ammessa dal Boscovich, e cioè che il moto della terra al quale partecipa il mezzo di cui è ripieno il cannocchiale, non eserciti alcuna influenza sulla propagazione dei raggi luminosi, e confrontando le conseguenze così dedotte coi risultati ottenuti dall'osservazione e dall'esperienza, si potrà ricavare da questo confronto il modo di constatare e determinare una tale influenza.

Per questo oggetto appunto il Respighi si è proposto di eseguire questo esperimento, malgrado le grandi difficoltà che presagiva doversi incontrare in una operazione tanto complessa e delicata.

Persuaso dell'impossibilità di potersi procurare un cannocchiale ad acqua nelle condizioni necessarie per determinare la posizione apparente delle stelle, con quella precisione che avesse potuto rendere sensibili delle piccole variazioni nella loro aberrazione, si è egli deciso di limitare le osservazioni sopra oggetti terrestri, perchè in esse vedeva eliminate le maggiori difficoltà.

Per rendere poi l'esperimento di più facile esecuzione, e

nello stesso tempo di maggiore esattezza, pensò di sostituire all' oggetto terrestre lontano, indicato dal Boscovich, il micrometro di un collimatore, pel quale l' oggetto terrestre osservato veniva apparentemente trasportato ad una distanza infinita.

Di più avendo egli rilevato che l' esperimento, senza ledere la sua parte sostanziale, poteva modificarsi nel seguente modo, e cioè destinare il cannocchiale ad acqua come collimatore di un cannocchiale comune accomodato per la visione a distanza infinita, ed osservare se durante la rotazione della terra il micrometro di questo, mantenuto immobile, si manteneva sempre collimato nello stesso moto sull' immagine di un piccolissimo oggetto luminoso posto nel fuoco del cannocchiale ad acqua, si è proposto di costruire un tale collimatore pel cannocchiale del circolo meridiano di Bologna.

Riuscito dopo molti tentativi, fatti nel Maggio e Giugno dello scorso anno, a costruire un tale collimatore, nelle condizioni richieste dalla delicatezza dell' esperimento, lo applicò sotto il circolo meridiano nella direzione della verticale, alla profondità di otto metri circa sotto l' obbiettivo di questo; posizione che egli trovò la più conveniente per ottenere nell' apparato la dovuta stabilità, e per verificare colla massima esattezza l' immobilità dell' asse del cannocchiale meridiano. La comunicazione fra il cannocchiale meridiano ed il collimatore ad acqua era stabilita da un foro praticato colle dovute avvertenze nell' arco su cui poggia il circolo.

L' apparato di osservazione veniva in tale guisa posto in condizione da poter garantire dell' esattezza dei risultati entro i limiti di 1",5 o 2",0 al più.

La ristrettezza di questo rendiconto, non permette di dare una descrizione dettagliata di questo apparato e del metodo seguito nelle osservazioni, e bisogna però limitarsi ad accennare i risultati ottenuti. Le osservazioni furono fatte per varii giorni interpolatamente nei mesi di Ottobre, Novembre e Dicembre, e si è costantemente ottenuto questo risultato, e cioè, che l' immagine dell' oggetto luminoso, anzichè presentarsi in un moto apparente regolato col moto diurno della terra, come risultava dall' ipotesi del Boscovich, si manteneva invece costantemente immobile; essendosi trovato sulle varie serie di osservazioni il

movimento dell' immagine, tanto nel senso del meridiano quanto in quello del primo verticale, nullo od irregolarmente ristretto entro i limiti di errore dello stromento, cioè di 1",5 o 2",0 al più.

L' Autore nella seconda parte della Memoria prendendo a discussione questo risultato mostra, come dal medesimo si possono dedurre varie conseguenze ottiche ed astronomiche, tra le quali si rimarcano le seguenti:

1. L' aberrazione della luce nei cannocchiali è indipendente dal mezzo frapposto all' obbiettivo ed al piano focale.

2. L' aberrazione delle stelle, misurata dagli astronomi, determina il vero rapporto tra la velocità della luce nel vuoto, o nel mezzo degli spazii planetari, colla velocità della terra.

3. Nella teoria delle ondulazioni bisogna ammettere che i raggi luminosi, o le direzioni secondo cui si propagano le onde luminose, nel penetrare mezzi rifrangenti posti in movimento, subiscono una deviazione nel senso di questo movimento.

4. Che la deviazione, subìta dai raggi luminosi, dipende dal potere rifrangente del mezzo, e dalla velocità e direzione del suo movimento.

5. Che i raggi luminosi che passano perpendicolarmente dal vuoto in un mezzo, cui corrisponde l' indice assoluto di rifrazione n, si inflettono sulla primitiva direzione di un angolo α dato dall' equazione:

$$\tang \alpha = \frac{v}{V}\left(\frac{n^2-1}{n}\right)$$

nella quale V rappresenta la velocità della luce nel vuoto, e v la velocità colla quale il mezzo rifrangente si muove perpendicolarmente ai raggi luminosi.

6. Che alla superficie della terra per effetto di questa influenza, esercitata dal moto dei mezzi rifrangenti sulla propagazione dei raggi luminosi, i fenomeni ottici, relativi alla rifrazione, sono resi indipendenti dal movimento di questa.

Pongono termine alla Memoria alcune considerazioni teoriche, relative al modo di conciliare il risultato sperimentalmente dedotto colla teoria delle ondulazioni.



SULLE LINEE ATMOSFERICHE DELLO SPETTRO SOLARE, E DI CERTI SPETTRI DI GAS; NOTA DEL DOTT. J. H. GLADSTONE.

(*Proceedings of R. Society*, 20 Giugno, 1861).

In una Memoria di me e di Sir David Brewster sulle linee dello spettro solare si fecero rimarcare specialmente i due seguenti fenomeni:

1.° Quando il Sole discende sotto l'orizzonte e i suoi raggi traversano uno strato d'aria sempre più profondo certe linee che prima erano appena visibili divengono nere e ben definite e bande oscure appariscono dove prima erano le parti più luminose dello spettro. Queste sono chiamate linee atmosferiche, non volendo esprimere con ciò altro che il fatto suddetto e mettere avanti l'idea che queste linee possono avere la loro origine nell'aria.

2.° Nel caso degli spettri di fiamme artificiali consistenti in una serie di bande luminose separate da spazii neri, queste bande coincidono colle linee nere dello spettro solare.

Quasi nello stesso tempo Kirchhoff pubblicò la sua teoria secondo la quale questa rimarcabile coincidenza è dovuta alla presenza nell'atmosfera del Sole delle sostanze che emettono queste bande luminose e la loro apparenza come linee nere avviene perchè lo spettro di un gas incandescente è rovesciato quando una sorgente luminosa di una certa intensità che dà uno spettro continuo è posto dietro il gas luminoso.

Si vede anche che il vapore di sodio ad una temperatura molto inferiore a quella a cui esso diviene luminoso esercita il suo poter assorbente esattamente negli stessi punti dello spettro, come fa quando è portato ad un'altissima temperatura. Egli è però sconosciuto ancora a qual temperatura al di sotto di quella a cui un gas cessa di essere luminoso, esso gas, cessa di assorbire; pure si deve ammettere che questo limite esiste pensando alla stessa relazione che vi ha fra emissione e assorbi-

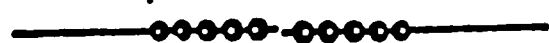
mento. Questa teoria delle linee di Fraunhofer e l'incertezza sopra indicata, rendeva utile la ricerca di paragonare le linee atmosferiche di assorbimento colle bande luminose che fanno la loro apparenza negli spettri lineari della luce emessa dai diversi costituenti dell'atmosfera allorchè sono sufficientemente riscaldati. Se tutti i raggi emessi da questi diversi costituenti si troveranno coincidere colle linee atmosferiche, ciò mostrerà l'origine delle linee e proverà che i gas alla temperatura ordinaria assorbano raggi della stessa refrangibilità di quelli che essi emettono quando sono luminosi. Se al contrario questo non accadesse, sarebbe provato che questa connessione fra assorbimento ed emissione o non si estende a quegli elementi o è stretta dentro quei limiti più bassi di temperatura che la teoria richiede. Si può anche concepire che le linee atmosferiche possono coincidere coi raggi emessi, non da tutti ma da una parte dei costituenti dell'atmosfera. Noi abbiamo già alcune cognizioni in proposito. Anstrom ha dissegnato le bande luminose dovute ai gas quando una scintilla elettrica è trasmessa attraverso l'azoto, l'ossigine, l'acido carbonico, l'idrogene ec.

Plucker ha descritte e misurate quelle bande quando appariscono nello spettro di quei gas o di altri allorchè servono come gas residui nei tubi di Geissler. Sotto l'influenza della scarica elettrica il vapor d'acqua, d'acido carbonico, l'ammoniaca ec. e altri composti sono decomposti; ma ho trovato che la fiamma del gas ossi-idrogene deve consistere parzialmente, se non intieramente, di vapore luminoso, poichè è solamente quando i due elementi si combinano che il calore è svolto; similmente la fiamma dell'acido carbonico che brucia nell'aria deve contenere la luce emessa dall'acido carbonico luminoso. Ho quindi assoggettate queste due fiamme all'esame del prisma. Il risultato del confronto fu che nessuna di queste osservazioni mostra l'accordo fra le bande luminose dovute al gas e le linee nere che appariscono nello spettro solare quando il sole è presso l'orizzonte. Coll'idrogene solo non si giunge ad una conclusione. Ciò mostra che l'ossigene e l'azoto e forse altri gas, benchè in enorme quantità non assorbono la temperatura ordinaria dei raggi della stessa refrangibilità di quelli che emettono quando sono riscaldati. Non sarebbe però legittimo di riferire da ciò che le

linee atmosferiche non hanno la loro origine nel poter assorbente di uno o più dei costituenti dell'atmosfera; è ben conosciuto che alcuni gas posti avanti a uno spettro continuo producono linee di assorbimento come sono i vapori di bromo e di iodio. Però le linee nere cagionate da questi due vapori non coincidono colle linee splendenti trovate da Plucker coi tubi di Geissler contenenti bromo e iodio; nè io ho potuto rovesciare questi spettri portando quelle sostanze in una fiamma molto calda ma poco luminosa. Si producono così delle linee splendenti ma in altre posizioni. Merita di essere notato che lo spettro dei raggi solari trasmessi attraverso al vapore di mercurio a + 300 C non offre alcuno indizio dell'inversione dei raggi luminosi che apparisce quando il metallo è reso incandescente.

Dal fatto che le linee atmosferiche non presentano sempre la stessa apparenza quando il sole è all'orizzonte e che la linea prominente è stata osservata durante una nebbia, si è supposto che il vapore dell'atmosfera ne fosse la cagione. Ma questo può appena essere, perchè i raggi solari passando attraverso all'estremità delle nuvole non presentano quel fenomeno se non presso l'orizzonte.

La luce elettrica prodotta fra due punte di carbone, tanto con un apparato magneto-elettrico, quanto con una pila, presenta le stesse proprietà nello spettro il quale è continuo. Questo spettro si estende al di quà e di là dei confini dello spettro solare e le sole linee che vi si possono vedere sono le linee splendenti nella zona violetta.



DELLE RELAZIONI FRA L'IRRITABILITA' MUSCOLARE, LA RIGIDITA' CADAVERICA E LA PUTRIFICAZIONE; DI BROWN SEGUARD.

(*Proc. R. Societ.* Maggio 1861).

L'Autore espone una lunga serie d'esperienze e di osservazioni fatte esaminando l'irritabilità muscolare, la rigidità ca-

daverica, la putrefazione nei casi seguenti, cioè: 1. muscoli paralizzati; 2. muscoli raffreddati prima della morte; 3. animali e uomini uccisi dal fulmine o dalle scariche elettriche delle macchine; 4. negli animali uccisi dopo lungo e violento esercizio; 5. negli uomini morti in buona salute o dopo lunga malattia; 6. negli uomini morti di colèra, di tetano o di altre convulsioni; 7. negli uomini e negli animali uccisi coi veleni.

Nella lunga serie di ricerche riferite in questa Memoria le differenze costantemente trovate e su cui si fonde la conclusione stabilita dall' Autore sono molto grandi e non lasciano dubbio sulla conclusione stessa che riferiremo colle parole dell' Autore.

I fatti descritti mostrano che quando il grado della irritabilità muscolare, al momento della morte è molto grande, come nelle persone morte accidentalmente ed essendo in buona salute o in seguito al riposo, o nel caso di paralisi, o sotto l' influenza del freddo, la rigidità cadaverica in tutti questi casi si presenta molto tardi e dura lungamente ed anche la putrefazione si produce lentamente e dopo un tempo molto lungo. In quei casi invece in cui il grado d' irritabilità era debole, come per la cattiva nutrizione, o per troppo esercizio, o per convulsioni sofferte, la rigidità cadaverica si mostrava prontamente per durare pochissimo e lo stesso accadeva della putrefazione.



SULLE ESPERIENZE DI *AMPÈRE* DELLA REPULSIONE RECIPROCA DEGLI ELEMENTI DI UNA CORRENTE RETTILINEA; NOTA DEL PROF. FORBES.

(*Phil. Mag.* Febbrajo 1861).

È nota l' esperienza colla quale Ampère ha voluto dimostrare, estendendo agli elementi di una corrente rettilinea quello che accade fra due conduttori voltaici posti ad angolo, che fra

quegli elementi che fanno un angolo di 180° vi era infatti una repulsione. Tutti coloro che hanno avuto occasione di ripetere quella esperienza si sono accertati della difficoltà di riescire. Fu anche detto che quella repulsione era l'effetto delle correnti rettilinee del mercurio e della corrente ad angolo della porzione del conduttore mobile che riunisce le due cavità.

Il Prof. Forbes ha immàginato di fissare all'estremità di un'asta di legno sospesa ad un filo sottile di torsione un conduttore che è un pezzo di filo di rame piegato ad U. In faccia alle estremità di questo conduttore e nello stesso piano, sono stabilite le due estremità di due altri fili metallici riuniti ai poli della pila. Disponendo convenientemente l'esperienza si possono mantenere le quattro estremità in contatto in modo che chiudendo il circuito, la corrente passa nel conduttore mobile. Stando all'esperienza di Ampère, Forbes aveva creduto di vedersi svegliare una ripulsione o almeno di veder diminuita la piccola torsione necessaria per mantenere i conduttori in contatto. Invece di ciò Forbes ha trovato che si svegliava una specie di attrazione e che era necessario di torcere il filo in senso contrario di un angolo anche non piccolo per distaccare i conduttori fra loro.

Questo risultato sarebbe in contradizione colle esperienze di Ampère, e proverebbe anzi che fra le estremità di un circuito voltaico vi sia un'attrazione, dovuta forse agli stati elettrici contrarii che certamente vi esistono.

Noi vogliamo ora osservare che l'Autore ha fatto le sue esperienze usando ora 4, ora 8 pile di Grove, che ha introdotto nel circuito un elettro-calamita per accrescere la tensione della corrente e che ha trovato che l'attrazione esisteva almeno in parte anche dopo l'apertura del circuito. Ciò abbiamo voluto aggiungere per sottoporre al lettore il dubbio se l'effetto trovato da Forbes, non sia da attribuirsi al riscaldamento e quindi a un principio di rammollimento e di adesione che si produce fra i fili metallici riscaldati, come certo devono essere quelle estremità fra cui difficilmente deve stabilirsi il passaggio della corrente.



RICERCHE SULLA DISSIMETRIA MOLECOLARE DEI PRODOTTI ORGANICI NATURALI; DI L. PASTEUR (1).

Lezione seconda.

Traduzione

1.

Se si considerino gli oggetti materiali, qualunque essi sieno, sotto il rapporto delle loro forme e della ripetizione delle loro parti identiche, non tardiamo a riconoscere che *essi si* distribuiscono in due grandi classi di corpi, dei quali i caratteri sono i seguenti: gli uni posti di faccia ad uno specchio, danno una immagine che loro è sovrapponibile; le immagini degli altri non potrebbero ricuoprirli tuttochè riprodotti fedelmente in tutti i loro dettagli. Una scala retta, uno stelo con foglie distiche, un cubo, il corpo umano,... sono altrettanti corpi appartenenti alla prima categoria.

Una scala girante, uno stelo con foglie inserite in spirale, una vite, una mano, un tetraedro irregolare,... sono altrettante forme del secondo gruppo. Questi ultimi corpi non hanno piano di simmetria.

Noi sappiamo d'altronde che i corpi composti sono aggregati di molecole identiche, formate alla loro volta di aggregati di atomi elementari distribuiti secondo leggi speciali, le quali *ne regolano* la natura, la proporzione e la disposizione. L'individuo, per ciascun corpo composto, non è che la sua molecola chimica; questa poi è un gruppo di atomi non già disposti confusamente, ma sibbene in un modo determinato.

Tale è il concetto che tutti i fisici si sono formati intorno la costituzione dei corpi.

Ciò posto sarebbe stato sorprendente che la natura, sì variata ne' suoi effetti, e le cui leggi permettono la esistenza di tante specie di corpi, non ci avesse offerto nei gruppi atomici

(1) Vedi *Nuovo Cimento* 1861 fasc. Marzo-Aprile pag. 196.

costituenti le molecole composte, tanto l'una quanto l'altra delle due categorie nelle quali si distribuiscono, come abbiamo detto, tutti gli oggetti materiali. In altri termini, sarebbe stato strano, che tra tutte le sostanze chimiche naturali o artificiali, non vi fossero individui dotati di immagini sovrapponibili, e di immagini non sovrapponibili.

Le cose avvengono in fatti come era naturale di prevederle; tutte le combinazioni chimiche, senza eccezione, si distribuiscono egualmente in due classi, l'una di corpi dotati di immagini sovrapponibili; l'altra di quelli ad immagini non sovrapponibili.

2.

È facile di provare che questa è una conseguenza legittima e necessaria della nostra prima conferenza.

Per metterla in evidenza, io rammenterò brevemente le condizioni principali della esperienza decisiva, con la quale noi abbiamo posto fine alla precedente lezione.

Io preparo per mezzo dell'acido paratartarico naturale, il paratartrato di soda e di ammoniaca. Si depongono cristalli bellissimi.

Se osserviamo nell'apparato di polarizzazione la soluzione di una porzione qualunque di questo sale doppio, essa non offre verun indizio di deviazione ottica; separando dai cristalli l'acido che essi racchiudono si riproduce dell'acido paratartarico identico a quello che ha servito a formarli. Sin qui tutto è semplice e naturale, sì che pare non trattarsi che della cristallizzazione di un sale naturale. Eppure la cosa non è punto così.

Prendete un'altra porzione di questi medesimi cristalli, ed esaminateli uno ad uno. Voi troverete che una metà di essi ha la forma di cui io qui presento il modello, caratterizzata da una emiedria non sovrapponibile, e che l'altra metà ha la forma inversa identica alla prima in tutte le rispettive sue parti senza che perciò si possano sovrapporre. Separiamo allora le due specie di cristalli per discioglierli isolatamente; noi osserveremo che l'una delle due soluzioni deviò la luce polarizzata a destra e

l'altra a sinistra e tutte due della stessa quantità in valore assoluto.

Finalmente se si estraggono coi processi chimici ordinarii gli acidi delle due specie di cristalli, si ravvisa che l'uno di essi è identico all'acido tartarico ordinario, e che l'altro gli è esso pure simile in ogni punto senza però potergli essere sovrapposto. I due acidi offrono tra di loro le relazioni stesse dei due sali dai quali sono stati separati. Essi si rassomigliano come la mano destra rassomiglia alla mano sinistra, o meglio ancora, come si rassomigliano due tetraedri irregolari simmetrici, e queste analogie e queste differenze voi le ravvisate in tutti i loro derivati. Ciò che si fa con l'uno si può ripetere con l'altro nelle medesime condizioni, e i prodotti risultanti manifestano costantemente le medesime proprietà, con questa sola differenza che negli uni la deviazione del piano di polarizzazione si compie a destra e negli altri a sinistra e che le forme delle specie corrispondenti tuttochè identiche in tutti i loro dettagli, non possono sovrapporsi.

Tutti questi fatti sì chiari, sì dimostrativi, ci *obbligano* a trasportare i caratteri generali esterni di questi acidi e delle loro combinazioni, alle loro molecole chimiche individuali. Rifiutarsi a ciò, equivarrebbe a mancare alle regole della più volgare logica. Ed è precisamente dietro questo riflesso che noi perveniamo alle seguenti conseguenze:

1. La molecola dell'acido tartarico, qualunque d'altronde essa sia, è dissimetrica ed ha una dissimetria che offre una immagine non sovrapponibile.

2. La molecola dell'acido tartarico sinistro è precisamente formata da un gruppo inverso di atomi. E per quali caratteri riconosceremo la esistenza della dissimetria molecolare? Da una emiedria non sovrapponibile e sopratutto dalla proprietà ottica rotatoria allorquando il corpo è in *dissoluzione*.

Ammessi questi principii, esaminiamo tutti i corpi così di natura come dei laboratorii e noi troveremo facilmente che moltissimi tra di essi posseggono ad un tempo questo genere di emiedria e la proprietà rotatoria molecolare, nel mentre che tutti gli altri non ci appalesano nè l'uno, nè l'altro di questi due caratteri.

Io aveva dunque ragione di concludere che la conseguenza legittima e necessaria della nostra prima conferenza, può nella seguente maniera esprimersi:

Tutti i corpi (impiego qui questa espressione nel linguaggio chimico) si dividono in due grandi classi; corpi a immagini sovrapponibili; corpi a immagini non sovrapponibili; corpi aventi disposizione dissimetrica d'atomi; corpi aventi disposizione omoedrica di atomi.

3.

A questo punto noi incontriamo un fatto che merita di fissare l'attenzione anche ravvisandolo solo ed isolato dall'insieme delle considerazioni che andrò ad esporre. Eccolo:

Tutti i prodotti artificiali dei laboratorii e tutte le specie minerali, offrono una immagine sovrapponibile. All'incontro la maggior parte dei prodotti organici naturali (io potrei dire anche tutti, se mi dovessi arrestare a quelli che hanno importanza essenziale nei fenomeni della vita vegetale ed animale), tutti i prodotti essenziali della vita sono dissimetrici, e questa loro dissimetria è tale da dare delle immagini in uno specchio, le quali non sono sovrapponibili ad essi.

Prima di inoltrarmi nel subbietto che voglio esporvi debbo dileguare alcune obbiezioni, che potrebbero adunarsi nel vostro pensiero.

4.

Incominciamo dal quarzo. Noi abbiamo veduto nella ultima lezione che il quarzo possedeva i due caratteri della dissimetria, la emiedria nella forma, osservata da Haüy, e il fenomeno rotatorio scoperto da Arago! Malgrado ciò ogni dissimetria *molecolare* è assente nel quarzo. Per intendere questo fatto, procediamo un poco più oltre nella intelligenza dei fenomeni che trattiamo. Noi perverremo così a trovare la spiegazione altresì delle analogie e delle differenze di già notate precedentemente tra il quarzo e i prodotti naturali organici.

Permettetemi di rappresentare all'ingrosso, ma in sostanza

con giustezza, la struttura del quarzo e quella dei prodotti organici naturali. Immaginate una scala girante i cui gradini sieno dei cubi o qualunque altro oggetto che offre un' immagine sovrapponibile. Distruggete la scala e tosto la dissimetria sarà sparita. La dissimetria della scala non dipendeva che solo dal modo di aggregazione de' suoi gradini elementari. Tale è il quarzo; il cristallo di quarzo è la scala costruita; esso è emiedrico ed agisce per questo titolo sulla luce polarizzata. Ma fate che il cristallo sia disciolto, fuso, distrutto nella sua struttura fisica in un modo qualunque; la sua dissimetria sparirà e con essa ogni azione sulla luce polarizzata, come accadrebbe per esempio in una dissoluzione di alume, che è un liquido formato di molecole a struttura cubica distribuite senza veruna legge.

Immaginate all' opposto la medesima scala girante, ma avente per gradini dei tetraedri irregolari. Distruggete la scala, e la dissimetria continuerà a sussistere, poichè voi otterrete così un aggregato di tetraedri. Essi potranno prendere qualunque posizione, ma la dissimetria propria a ciascuno di essi rimarrà sempre. Tali sono i corpi organici in cui tutte le molecole hanno una dissimetria propria, la quale si traduce nella forma del cristallo. Allorchè il cristallo è distrutto mediante dissoluzione, ne risulta un liquido attivo per la luce polarizzata, poichè esso è formato di molecole, le quali benchè confuse tra loro, conservano ciascuna una dissimetria in uno stesso senso e forse anche della medesima intensità in tutte le direzioni.

5.

Il quarzo non è dunque molecolarmente dissimetrico e fin qui noi non conosciamo alcun esempio di minerale che sia dotato di dissimetria molecolare. Ho detto dianzi che bisognava estendere questa proposizione ai composti artificiali dei laboratorii. Qui pure potrebbero sorgere scrupoli. Si potrebbe p. e. obbiettare che la canfora, la quale è dissimetrica, dà artificialmente dell' acido canforico egualmente dissimetrico; che l' acido aspartico proveniente dall' asparagina mediante una reazione di laboratorio è dissimetrico nello stesso modo dell' asparagina; e io potrei citare molti altri esempii consimili. Ma non vi sarà

dubbio alcuno che gli acidi canforico ed asparico debbano alla canfora ed all' asparagina la loro propria dissimetria. La quale esistendo nei prodotti originali (mères) si è trasportata più o meno modificata per la sostituzione di questi prodotti originali ai loro derivati. Non havvi in generale migliore prova della conservazione del tipo primitivo in una serie di prodotti legati tra di loro da una origine comune, della permanenza della proprietà ottica.

Allorquando io asserisco che nessuna sostanza artificiale ha fin qui offerto esempio di dissimetria molecolare, intendo parlare delle sostanze artificiali propriamente dette formate con elementi minerali o provenienti da corpi non dissimetrici.

Per es. l'alcool non è dissimetrico. La sua molecola se noi potessimo isolarla e studiarla, collocata dinanzi ad uno specchio, offrirebbe una immagine sovrapponibile ad essa. Ora nessun derivato dell'alcool è dissimetrico. Si potrebbero citare infiniti esempii di questa natura; ma v' è di più: prendete un corpo dissimetrico qualunque, se voi lo sottoponete a reazioni chimiche alquanto energiche, siate sicuri che vedrete sparire la dissimetria del gruppo primitivo. Così l'acido tartarico è dissimetrico; l' acido pirotartarico non lo è più; l'acido maleico è dissimetrico, gli acidi maleico, paramaleico del sig. Pelouze non lo sono più. La gomma è dissimetrica, l'acido mucico non lo è.

I prodotti artificiali non hanno dunque alcuna dissimetria molecolare ed io non saprei indicare l'esistenza di una separazione più profonda tra i prodotti nati sotto la influenza della vita e tutti gli altri. Insistiamo un poco su questo punto, poichè voi vedrete nel seguito di questa lezione svilupparsi sempre più il lato fisiologico di questi studii. Passiamo in rivista le principali classi dei prodotti orgánici naturali.

Cellulose, fecole, gomme, zuccheri..., acidi tartarico, malico, chininico, tannico..., morfina, codeina, chinina, stricnina..., essenze di trementina, di limone..., l' albumina, la fibrina, la gelatina.

Tutti questi principii immediati sono molecolarmente dissimetrici; tutte queste materie sono dotate del potere rotatorio allo stato di dissoluzione e questo carattere è necessario e sufficiente per stabilire la loro dissimetria quand' anche per difetto

di cristallizzazione possibile la emiedria mancasse per la riconoscenza di quella proprietà. In questa nomenclatura figurano tutte le sostanze più essenziali dell' organismo vegetabile e animale.

Havvi molte sostanze naturali che non sono dissimetriche. Ma sono esse veramente sostanze naturali? Oppure dobbiamo ravvisare nei corpi, come sarebbero l' acido ossalico, l' idruro di salicile, l' acido sumarico..., dei derivati delle sostanze naturali propriamente dette formati da azioni analoghe a quelle dei laboratorii? Questi prodotti mi paiono essere nell' organismo vegetale ciò che l' urea, l' acido urico, la creatina, la glicocolla.., sono nell' organismo animale; escrezioni piuttosto che secrezioni. Sarebbe assai interessante di approfondire con l' esperienza questo punto di vista.

Arroge, che molti corpi non dissimetrici in apparenza potrebbero essere dei *paratartarici*. Manca ancora un nome al linguaggio chimico per esprimere il fatto di una doppia dissimetria molecolare velata dalla neutralizzazione delle due dissimetrie inverse, i cui effetti così fisici che geometrici si compensano rigorosamente.

La doppia proposizione alla quale noi siamo stati condotti sulla dissimetria abituale dei principii immediati organici e sull' assenza di questo carattere in tutti i prodotti della natura morta, ci permette ora di ingrandire e di precisare di più il nostro modo di vedere relativamente a questa notevole proprietà molecolare.

6.

Nel 1850 il sig. Dessaignes, di cui tutti i chimici conoscono l' ingegnosa attitudine, annunciò all' Accademia ch' egli era pervenuto a trasformare il bimalato di ammoniaca in acido aspartico. Era questo un progresso che confermava i risultati importanti ottenuti dal sig. Piria qualche anno innanzi. Il sig. Piria era riuscito a trasformare l' asparagina e l' acido aspartico in acido malico. Il sig. Dessaignes mostra, alla sua volta, che inversamente si poteva passare dall' acido malico all' acido aspartico.

Sin qui nulla di straordinario nella osservazione del signor Dessaignes anche sotto il punto di vista ottico. Imperocchè per parte mia io aveva riconosciuto che l'asparagina, l'acido aspartico e l'acido malico erano attivi sulla luce polarizzata. Il passaggio chimico dall'uno di questi corpi agli altri non aveva nulla di sorprendente.

Qualche mese dopo, il sig. Dessaignes fece un passo di più. Annunziò che non solo il bimalato di ammoniaca, ma anche il sumarato, e il maleato di ammoniaca godevano ugualmente della proprietà di trasformarsi per l'azione del calore in acido aspartico.

Qui io vedeva una impossibilità, o seppure la cosa era veramente come l'annunziava il sig. Dessaignes, questo dotto chimico avrebbe fatta a sua insaputa una scoperta di grande rilievo. Infatti io aveva osservato che gli acidi sumarico, maleico e tutti i loro sali non avevano veruna azione sulla luce polarizzata. Se dunque il sig. Dessaignes era riuscito a trasformare i loro sali di ammoniaca in acido aspartico, egli avrebbe realizzata per la prima volta la produzione di corpi dissimetrici per mezzo di composti che non lo sono.

Invece a me pareva più ragionevole di credere che l'acido aspartico del sig. Dessaignes differisse dall'acido aspartico naturale specialmente per l'assenza della proprietà rotatoria molecolare. A dir vero, il sig. Dessaignes aveva paragonato con diligenza le proprietà dell'acido artificiale con quelle dell'acido naturale, e le aveva, egli diceva, trovate identiche. L'esempio del sig. Mitscherlich, di cui ho parlato nell'ultima sessione, mi aveva ammaestrato abbastanza come queste conferme di identità delle specie chimiche sieno cose delicate negli studii in cui la più grande similitudine di proprietà nasconde di frequente differenze profonde. Ond'è che non ho punto indugiato a credere che il fatto nuovo annunziato dal sig. Dessaignes aveva duopo di conferma.

Io annetteva tanta importanza a dilucidare questa questione, e prevedeva così bene i risultati che avrò oggi l'onore di esporvi, che ho voluto fare immediatamente il viaggio di Vendôme in cui ho reso conto delle mie preoccupazioni al sig. Dessaignes, il quale non indugiò a consegnarmi un saggio del suo acido aspartico. Appena ritornato a Parigi io riconobbi infatti

che l'acido del sig. Dessaignes non era che un isomero dell'acido aspartico naturale, cioè dell'acido derivato dall'asparagina e ne differiva, come io l'aveva previsto, nella proprietà rotatoria, la quale era affatto assente nell'acido artificiale, nel mentre che nell'acido naturale era evidente. Ma tutte le altre proprietà fisiche e chimiche offerivano le più grandi analogie e tali che il sig. Dessaignes, scevro com'era di idee preconcette, aveva dovuto concludere che le due sostanze fossero realmente identiche.

Ciò che mi seduceva più di tutto ad esaminare il nuovo composto (il quale d'altronde non offre nulla di notabile nelle sue combinazioni cristallizzabili) era la trasformazione in *acido malico*. Si sa difatti che il sig. Piria, che ho dianzi rammentato, ha insegnato da molto tempo il metodo per passare dall'asparagina e dall'acido aspartico all'acido malico, ed io mi era assicurato con prove precise che questo acido malico era identico a quello del sorbo, dei pomi, dell'uva e del tabacco.

Applicai dunque all'acido nuovo il modo di azione trovato dal sig. Piria e lo trasformai effettivamente in un acido malico nuovo somigliantissimo all'acido naturale. La somiglianza era tale che un chimico avrebbe stentato a distinguerli, anche con la prevenzione ch'essi fossero realmente dissimili; soltanto questo acido malico non aveva alcuna azione sulla luce polarizzata ed altrettanto si verificava in tutte le sue combinazioni saline.

(continua)

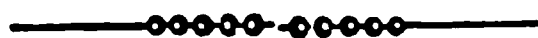


Fig. 1.



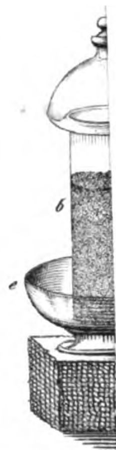


Fig. 2.





Fig. 97.

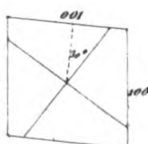
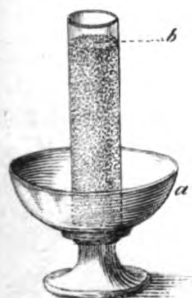
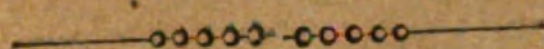


Fig. 3.





PATTI D'ASSOCIAZIONE



1° Del Nuovo Cimento si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, corredati di un'indice.

3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

4° Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:

Per tutto il Regno Italiano, franco fino al destino, Lire Italiane 16. 80

Per gli altri Stati fuori d'Italia, come sopra . . . . » 25 —

5° Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento dovrà farsi per semestri anticipati, cioè una metà a tutto Gennajo, ed un'altra a tutto Luglio di ciascun anno.

6° Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intiera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.

7° Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.

8° Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla Direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intiera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prezzo di associazione.

La compilazione del Nuovo Cimento si fa a Torino ed a Pisa nel tempo stesso, dal Prof. R. Piria per la Chimica e le Scienze affini alla Chimica; dal Prof. C. Matteucci per la Fisica e per le Scienze affini alla Fisica. L'amministrazione, la stampa e la spedizione sono affidate alla Tipografia Pieraccini a Pisa. *Giuseppe Frediani* è il Gerente.

Per conseguenza le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti, ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno esser dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente *G. Frediani — Tipografia Pieraccini*.

Le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici ed altri stampati riguardanti la Chimica dovranno dirigersi, *franchi di Posta*, a Torino — *Al Prof.* R. Piria.

Finalmente le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici e gli altri stampati di argomento spettante alla Fisica dovranno essere diretti, *franchi di Posta*, a Pisa — *Al Prof.* C. Matteucci.

Le associazioni si ricevono dai seguenti

Torino — G. B. Paravia e Comp.
Firenze — G. P. Vieusseux.
Pietrasanta — Fratelli Bartalini.
Roma — Gio. Francesco Ferrini.
Bologna — Marsigli e Rocchi.
Modena — Carlo Vincenzi.
Reggio di Modena — Stefano Calderini.
Parma — Giovanni Adorni.
Milano — Gaetano Brigola.
Venezia — Gaetano Brigola
Trieste — Colombo Coen.
Napoli — Giuseppe Dura, Strada di Chiaja N. 10.
Messina — Antonio di Stefano.
Parigi — Mallet-Bachelier, Quai des Augustins, 55.
Vienna — Braumüller.

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

DIRETTORI

C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G. MENEGHINI

COLLABORATORI

S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA
G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI
P. E P. SAVI, Q. SELLA, C. STUDIATI

COLLABORATORE E REVISORE

A. FORTI

Tomo XIV.

SETTEMBRE E OTTOBRE

(Pubblicato il 22 Novembre 1861)

1861

TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
F. PIERACCINI

INDICE

MEMORIE ORIGINALI

TRADUZIONI ED ESTRATTI



SOPRA IL POTERE ELETTRO-MOTORE SECONDARIO DEI NERVI, E LE SUE APPLICAZIONI ALL' ELETTRO-FISIOLOGIA; MEMORIA DI C. MATTEUCCI.

Dopo avere scoperto che i nervi acquistano per il passaggio della corrente elettrica un potere elettro-motore secondario, conducendosi in generale nel modo stesso di tutti i corpi porosi ed umidi, io doveva riporre ogni mia cura onde studiare particolarmente questo fatto, e determinare le circostanze per le quali il nervo si mostra atto ad acquistare questa proprietà e soprattutto sforzarmi di applicare le polarità secondarie dei nervi all' elettro-fisiologia.

Tutte le volte che un principio fisico, di cui le leggi ci sono note, serve a spiegare un fenomeno di elettro-fisiologia o ciò che torna lo stesso, tutte le volte che un fenomeno elettro-fisiologico si prova essere una conseguenza di un principio fisico noto, noi abbiamo fatto un vero progresso nella scienza. Le polarità secondarie dei nervi hanno già servito ad una di queste felici applicazioni, ed in questa Memoria mi propongo di dimostrare che colle stesse polarità secondarie si può dare una spiegazione semplice e chiara di un fenomeno scoperto e molto studiato in Germania e conosciuto sotto il nome di *elettro-tone.*

Comincio dal ricordare i fatti principali delle polarità secondarie dei nervi.

Fin qui le polarità secondarie erano state scoperte nei metalli che si usano come elettrodi, e per mezzo dei quali la corrente è trasmessa in una massa liquida. Ritter, Marianini, De La Rive mostrarono, sono già molti anni, che i due elettrodi di una pila acquistano un potere elettro-motore secondario per il quale chiuso il circuito fra gli elettrodi soli dopo il passaggio della corrente, s' ingenera una corrente che si dice secondaria e che è in direzione opposta alla corrente della pila. Noi sappiamo oggi che questo potere elettro-motore secondario è dovuto ai prodotti dell' elettro-lizazione, i quali si raccolgono sugli elettrodi e finita la corrente principale e anche durante il suo passaggio reagiscono per ri-

combinarsi attraverso all'elettrolite. È ben nota l'esperienza con cui ho dimostrato molti anni addietro che gli elettrodi di platino, i quali hanno servito a decomporre l'acqua pura divengono simili a due lastre di platino una delle quali sia stata tenuta nell'ossigene e l'altra nell'idrogene. In questo modo come nella così detta pila a gas che è fondata sopra quella mia esperienza, quei gas si raccolgono e si condensano sulle lamine di platino, e allorchè poi queste lamine sono immerse nell'acqua, l'acqua è decomposta, da una parte dall'idrogene e dall'altra dall'ossigene, condensati sul platino. In questo modo nuova acqua si riproduce e l'azione particolare dei gas condensati sul platino può spiegare come quella forza di decomposizione valga a vincere l'affinità dei gas stessi già combinati allo stato di acqua.

Era naturale che i depositi dei prodotti dell'elettro-lisazione simili a quelli che si formano sugli elettrodi dovessero esistere anche nei liquidi. Questo studio non era però stato abbastanza seguito ed esiste solamente un'esperienza già antica di Peltier colla quale si prova che immergendo le estremità del galvanometro in quei punti stessi di una massa liquida in cui prima si è fatta passare una corrente elettrica con i soliti elettrodi di platino, si ottengono i segni di una corrente secondaria opposta alla corrente della pila. Come è naturale, la causa di questa corrente consistendo nei prodotti dell'elettro-lisazione raccolti intorno agli elettrodi, il fenomeno non poteva essere che incerto e fugace, in quanto che quei prodotti facilmente si disciolgono e si disperdono nel liquido. Perciò è che la condizione migliore per ottenere le polarità secondarie nei liquidi doveva esser quella di un conduttore umido formato da una massa solida porosa imbevuta di un liquido conduttore. A questo fine servono le striscie di carta o di un tessuto qualunque imbevuto di acqua, le paste d'amido o d'argilla egualmente umide e tutti i tessuti vegetabili o animali purchè non sieno secchi. S'intende facilmente che facendo passare una corrente attraverso uno qualunque di questi corpi porosi, dovrà accadere che i prodotti dell'elettro-lisazione si raccoglieranno e resteranno per un certo tempo in questo stato nei punti toccati dagli elettrodi; per cui mettendo le estremità del galvanome-

tro in contatto di quei punti, si avranno correnti secondarie forti e durevoli. Onde rappresentarci il modo di prodursi e il senso di queste correnti secondarie, basterà d'immaginare di avere una striscia di carta imbevuta di acqua e bagnata in due punti, da una parte con una soluzione acida e dall'altra con una soluzione alcalina. È questo il caso in cui si trova la striscia stessa se invece di esser bagnata in quei punti con le due suddette soluzioni fosse stata toccata dagli elettrodi di una pila tanto intensa da decomporre la soluzione salina di cui la striscia è imbevuta. Qualunque sia il modo con cui la striscia è stata così preparata basterà di ricordare i noti fenomeni elettro-chimici scoperti sono già molti anni da Nobili e da Becquerel per intendere l'origine ed il senso delle correnti secondarie ottenute sulla striscia stessa. Se questa striscia è toccata con le due estremità del galvanometro fra due qualunque dei punti già traversati dalla corrente, si ottiene una corrente secondaria in direzione opposta a quella della pila: toccando invece al di fuori degli elettrodi cioè fra i punti prossimi a quelli toccati da uno dei due elettrodi e i punti della striscia non soggetti alla corrente, si avranno pure correnti secondarie dirette come la corrente della pila, se le estremità del galvanometro sono posate come nella prima esperienza fra gli elettrodi. Non vi è nessuna difficoltà adunque a concepire gli effetti del potere elettro-motore secondario, generato in una massa solida porosa e umida dopo l'elettro-lisazione. Così determinate in generale le condizioni di questi fenomeni, si può concepire come per la varia natura dei prodotti dell'elettrolisazione e per la diversa loro diffusione nel liquido del corpo poroso, debbano i fenomeni stessi presentare differenze e forse anche anomalie tali, che non potrebbero essere schiarite che con lunghi studii sopra ogni corpo in particolare.

Proponendoci solamente di applicare le polarità secondarie dei nervi alla spiegazione di certi fenomeni elettro-fisiologici, noi abbiamo diretto le nostre ricerche specialmente sui nervi. Senza voler qui ripetere tutte le cose già esposte nella mia Memoria sulle polarità secondarie dei nervi, ricorderò solamente che mettendo in confronto i nervi con molti altri tessuti animali e vegetabili e con molti altri corpi porosi e umidi

inorganici, non vi è difficoltà a scoprire che i nervi, indipendentemente dallo stato di vita e di eccitabilità, acquistano un potere elettro-motore secondario che è più forte e durevole che in tutti gli altri corpi nominati. Per riconoscere che questo potere elettro-motore secondario è indipendente dalla vitalità del nervo, basterà di ricordare che non vi è differenza, sia che si operi sopra un nervo, tolto da un animale vivo, oppure sopra un altro nervo simile dello stesso animale, ma preso molte ore dopo la morte e quando da lungo tempo esso aveva già perduto ogni eccitabilità. Se si ha cura di conservare il nervo umido, ciò che riesce lasciandolo in posto in mezzo ai muscoli, si troverà, anche dopo 20 o 24 ore che il nervo acquista lo stesso grado di poter elettro-motore secondario che un nervo preso immediatamente sopra un animale vivo. Ricorderò anche per lo stesso oggetto che i nervi più atti alla produzione del potere elettro-motore secondario, all' opposto di ciò che avviene per la durata dell' eccitabilità dopo la morte, sono a condizioni uguali i nervi presi sugli animali superiori piuttostochè quelli delle rane. Finalmente aggiungeremo, che un nervo tenuto in un miscuglio frigorifico oppure lasciato per due o tre secondi nell' acqua a + 60 o 65 gradi C. conserva la proprietà di acquistare il potere elettro-motore secondario. È sempre notevole l' esperienza di un nervo, lo sciatico di una pecora, lungo 20 o 24 centimetri, il quale acquista il potere elettro-motore secondario in tutti i suoi punti per un passaggio di corrente che può essere ridotto ad una frazione piccolissima di secondo. L'esperienza si fa col mezzo di un solito commutatore che permette di chiudere prima il circuito della pila, poi di aprire questo circuito per richiudere immediatamente dopo quello del galvanometro. Merita di esser notato che la corrente secondaria ottenuta toccando in due punti, a diversa distanza fra loro, il nervo elettro-lizato, cresce, almeno fino ad un certo limite, diminuendo l' intervallo fra le estremità del galvanometro.

È notevole la durata delle correnti secondarie così ottenute e specialmente dai nervi: infatti anche molte ore dopo il passaggio della corrente della pila e dopo molti minuti d' immersione nell' acqua dei nervi elettro-lizati, le correnti secondarie

persistono presso a poco come prima. Si direbbe dunque che vi è nella struttura e nella composizione chimica de' nervi una ragione per cui essi sono molto più di tutti gli altri corpi sperimentati sin qui, atti a sviluppare le polarità secondarie. Il solo modo di privare i nervi di questa proprietà è o di tenerli lungamente immersi nell' acqua prima di sottoporli all' esperienza, oppure di schiacciarli e comprimerli fortemente prima, tanto da far sgorgare la materia semi-liquida che riempie la loro interna cavità.

Ricorderemo ancora che la corrente secondaria, opposta a quella della pila, ottenuta fra i punti che furono toccati dagli elettrodi, è la più intensa: fra le due correnti al di fuori degli elettrodi, la più intensa è quella che appartiene alla porzione dell' elettrode negativo. Prolungando il passaggio della corrente per molto tempo oppure agendo con correnti molto forti, le correnti secondarie al di fuori degli elettrodi non crescono d' intensità ed alla fine cominciando dalla porzione prossima dell' elettrode positivo queste correnti finiscono per aver tutte la stessa direzione, cioè opposta a quella della pila, e come nell' intervallo fra gli elettrodi. Per assicurarsi di questi risultati si toccano successivamente colle estremità del galvanometro i diversi punti di un nervo elettro-lizato: si può anche fare l' esperienza sopra un nervo sciatico di un coniglio o pollo, chiudendo il circuito colle estremità del galvanometro poste alle estremità del nervo. Da principio entrano nel circuito tre porzioni di nervo di cui due, cioè quelle al di fuori degli elettrodi, hanno il potere elettro-motore secondario opposto a quello della porzione intermedia. Usando correnti voltaiche più forti e passaggio più prolungato, i poteri elettro-motori acquistano in tutti i punti la stessa direzione, e perciò si trova allora che tutto il nervo dà una corrente secondaria più forte di quella che si aveva sul principio.

La prima applicazione fatta all' elettro-fisiologia del potere elettro-motore secondario dei nervi è diretta a spiegare i fenomeni che avvengono negli animali vivi o recentemente uccisi e di cui i nervi sono percorsi dalla corrente, nell' atto in cui si apre il circuito. È noto che vi sono contrazioni in questo istante e che operando in certe condizioni, le contrazioni all' apertura

del circuito non si ottengono che nel membro di cui il nervo era percorso dalla corrente inversa cioè in senso contrario alla ramificazione nervosa. La rana preparata al solito e indi divisa nell'unione delle ossa del bacino si presta ottimamente a questa esperienza. Una sua estremità è immersa in una capsula e l'altra in un'altra, e così la rana stando a cavalcioni fra le due capsule, è percorsa da un membro all'altro dalla stessa corrente allorchè gli elettrodi sono immersi nelle capsule. Con questa disposizione si vede subito che il nervo che pesca insieme all'elettrode positivo, è percorso dalla corrente inversa, e che l'altro nervo è percorso dalla corrente diretta. Regolando convenientemente l'intensità della corrente, oppure tenendo chiuso il circuito per un certo tempo, si ottiene costantemente che il solo membro che si contrae all'apertura del circuito è quello percorso dalla corrente inversa.

Dopo aver scoperte le polarità secondarie dei nervi, la spiegazione di quel fenomeno elettro-fisiologico molto oscuro è divenuta una cosa semplice. Invece di una rana, facciamo la stessa preparazione sopra un pollo o sopra un coniglio di cui i nervi, come già lo dicemmo, sono più atti allo sviluppo delle polarità secondarie. La preparazione consiste al solito nel togliere tutti i muscoli e le ossa e i vasi delle due coscie e quindi nel lasciare le membra inferiori congiunte fra loro e al corpo, per mezzo dei soli nervi sciatici e crurali. Si fa passare una corrente di otto o dieci pile di Grove da una gamba all'altra; se s'interrompe il circuito anche dopo aver lasciato passare la corrente per pochi secondi, si troverà allora che i due nervi toccati colle estremità del galvanometro, svegliano in tutti i punti una forte corrente secondaria diretta in senso contrario alla corrente della pila. Evidentemente questa corrente è diretta nel senso della ramificazione del nervo, in quel nervo che era percorso dalla corrente così detta inversa.

L'esperienza ha anche mostrato di più, cioè che il potere elettro-motore secondario non ha la stessa intensità in tutti i punti di un nervo traversato dalla corrente e che questa intensità non è indipendente dalla direzione con cui la corrente percorre un nervo rispetto alla sua ramificazione. Un nervo sciatico qualunque di pollo o di coniglio percorso dalla corrente

elettrica e di cui in tutti i punti si può scuoprire il potere elettro-motore secondario, se è tagliato a metà, mostra col noto metodo differenziale che quel potere elettro-motore è più forte nella parte rivolta verso il polo positivo che in quella rivolta verso il polo negativo. Facendo l'esperienza sopra un nervo preso sopra un animale qualunque, si ottiene sempre una corrente differenziale, quando le due metà di quel nervo sono opposte nel circuito, e dal senso di quella corrente si deduce che il potere elettro-motore secondario più forte, è nei punti più prossimi all'elettrode positivo.

Con lo stesso metodo, cioè facendo passare la stessa corrente in due nervi simili e presi sopra lo stesso animale e solamente disposti in senso opposto quanto alla ramificazione, si può verificare costantemente che il nervo traversato in senso contrario alla sua ramificazione ha un poter elettro-motore secondario più forte che l'altro nervo in cui era la corrente diretta secondo la ramificazione.

Sarebbe difficile nello stato attuale della scienza di spiegare l'origine di quelle differenze nelle quali entreranno probabilmente la struttura e la composizione chimica del nervo: ciò che importa per noi si è che queste differenze sieno constatate con esperienze rigorose, come si è fatto all'aprir del circuito in cui era un nervo: vi son dunque nei diversi punti del nervo, dei poteri elettro-motori di cui l'intensità è massima all'apertura del circolo e che decrescono andando dai punti rivolti verso il polo positivo, verso i punti rivolti verso il polo negativo. Per queste diverse intensità e molto probabilmente anche per essere quei poteri elettro-motori disugualmente distribuiti nell'interno e nell'inviluppo del nervo, ne verrà che al momento dell'apertura vi sarà nel nervo una scarica diretta nel senso della sua ramificazione e quindi in quella condizione che sappiamo dall'elettro-fisiologia essere la più propria per svegliare la contrazione.

L'esistenza di questa scarica secondaria che ha luogo nel nervo all'apertura del circuito è dimostrata posando il nervo di una rana galvanoscopica recentemente preparata in contatto di un nervo sciatico di pollo o di coniglio traversato da una corrente. Posando il nervo della rana, l'istante dopo l'apertura del cir-

cuito della pila, la rana entra in contrazione. Non vi è dunque difficoltà a concepire come questo stesso fatto debba verificarsi allorchè la corrente secondaria diretta si genera sul nervo della rana stessa, come avviene nella nota esperienza che già descrivemmo.

. La seconda applicazione del potere elettro-motore secondario dei nervi all'elettro-fisiologia è relativa ad un fatto tanto importante, quanto oscuro fin qui, scoperto e molto studiato in Germania sotto il nome di elettro-tone. Si sa che nell'atto in cui si fa passare una corrente in una porzione di un nervo se il rimanente del nervo stesso è toccato dalle estremità del galvanometro si vede allora insorgere una corrente, la quale dura tutto il tempo in cui dura la corrente e che è diretta come la corrente della pila.

Lo scopritore di questo fatto e gli altri fisiologi di Germania che lo hanno studiato, hanno creduto che l'elettro-tone non si ottenesse che sopra nervi ancora dotati d'eccitabilità. Fin dal primo momento in cui intrapresi qualche studio sull'elettro-tone, mi accorsi che questo fatto era molto più intenso e durevole negli animali superiori, cioè negli uccelli e nei mammiferi che nelle rane, e siccome invece l'eccitabilità del nervo s'estingue tanto più rapidamente nei primi che nei secondi, così non vi poteva esser dubbio che l'eccitabilità del nervo non è necessaria alla produzione dell'elettro-tone. Ed infatti è facile di assicurarsi sopra un nervo preso da un animale ucciso da molte ore, che l'elettro-tone non è diverso in esso e in un nervo preso sopra un animale recentemente ucciso. Si trova anche facilmente coll'esperienza, che un nervo di coniglio lasciato all'aria purchè sia umida, può anche dopo molte ore produrre l'elettro-tone. Lo stesso deve dirsi di un nervo lasciato per qualche secondo in un miscuglio frigorifero o nell'acqua riscaldata a 50 o 60 gradi.

Per chi ha seguito la descrizione di queste esperienze sul potere elettro-motore secondario dei nervi non vi sarà difficoltà a concepire che la corrente dell'elettro-tone è nel senso stesso della corrente secondaria ottenuta al di là degli elettrodi. Per poco che sia variata la disposizione dell'esperienza principale dell'elettro-tone, quest'analogia diviene evidente. Prendiamo un

lungo nervo sciatico sopra una pecora e dopo esserci assicurati che non vi è corrente al galvanometro, toccandolo in diversi punti, disponiamo sopra un altro nervo simile l'esperienza dell' elettro-tone, avendo però cura di chiudere per mezzo di un commutatore il solo circuito della pila e di lasciare aperto quello del galvanometro. Con questa disposizione, e facendo giocare rapidamente il commutatore si ottiene la prova che aprendo il circuito della pila e chiudendo più o meno tempo dopo quello del galvanometro si ha la corrente dell'elettro-tone. Questa corrente esiste dunque anche quando la corrente della pila è cessata ed è generalmente, tutte le altre circostanze essendo uguali, la corrente dell'elettro-tone tanto più forte dopo l'apertura del circuito della pila quanto più la corrente della pila ha seguitato a passare. È necessario in queste esperienze di conservare per quanto si può la conducibilità del nervo mantenendolo umido o coll' alitarci sopra o tenendo vicino un recipiente d'acqua calda.

Un' altra analogia fra il potere elettro-motore secondario dei nervi e l' elettro-tone si ha dal vedere che ambedue questi fenomeni persistono sul nervo legato o sul nervo tagliato e di cui le due parti si mettono in contatto.

Finalmente, l' analogia diventa anche più intima allorchè si studia l' elettro-tone usando correnti forti e prolungate. In questo caso si giunge ad un risultato importante che è il seguente: « allorchè una corrente forte ha durato per molto tempo « a passare per una porzione di un nervo, la corrente dell' elet« tro-tone è costante, cioè indipendente dalla presenza e quindi « dalla direzione della corrente ». Si può dire che in questo caso l' elettro-tone non esiste più, imperocchè la corrente non cresce al chiudere del circuito della pila, nè s'inverte invertendo la corrente della pila. Onde riottenere l' elettro-tone, bisogna togliere il nervo dall' esperienza, lavarlo e rasciugarlo più volte e indi rimetterlo al posto oppure adoperare una corrente più forte: Questi effetti facilmente si intendono ammettendo che vi è un certo limite nell'alterazione chimica prodotta dall' elettro-lizazione del nervo nei punti toccati dagli elettrodi; questo limite raggiunta, la corrente secondaria non può più variare.

Un' ultima analogia fra il potere elettro-motore secondario

dei nervi e l'elettro-tone si ottiene continuando il passaggio di correnti forti nei nervi. Noi abbiamo già visto che quando questo avviene, le correnti secondarie al di fuori degli elettrodi hanno alla fine la stessa direzione della corrente secondaria nell'intervallo che è posto fra gli elettrodi. È probabile che usando correnti forti e prolungate, i prodotti dell'elettro-lisazione giungano fino a neutralizzarsi nel tratto fra gli elettrodi e anche sotto di essi in modo che l'eterogeneità maggiore sarebbe raccolta nei punti posti al di fuori, ad una certa distanza dagli elettrodi. Checchè ne sia di questa interpretazione, il fatto si verifica costantemente e per analogia doveva estendersi anche all' elettro-tone.

Ecco come l'esperienza ha verificato questa analogia. Disposta l'esperienza dell' elettro-tone sopra un nervo di pollo o di pecora, si usa una corrente molto intensa per svegliare i fenomeni. Si vedrà allora mantenendo il nervo umido e tenendo chiuso il circuito, l'ago del galvanometro fissarsi, poi discendere adagio adagio e indi passare nel quadrante opposto e rimanervi allora anche aperto il circuito della pila. Questa modificazione dell' elettro-tone riesce meglio usando di rivolgere verso il galvanometro l'elettrode positivo della pila, piuttosto che il negativo come sappiamo per le polarità secondarie.

Bisognerebbe rinunziare a tutte le analogie su cui si fonda il metodo sperimentale, per non ammettere che anche l'elettro-tone debba essere considerato come una applicazione del principio delle polarità secondarie dei nervi. Malgrado ciò, noi vorremmo vedere intrapresi nuovi studii sopra questo argomento, non fosse altro che per giungere ad una spiegazione plausibile dell'essere i nervi dotati in così alto grado della proprietà di acquistare il potere elettro-motore secondario, e di non essere riesciti sin qui ad ottenere l'elettro-tone che sopra i nervi o sopra striscie di materia cerebrale.



SOPRA LA FENILSINNAMINA E LE SUE COMBINAZIONI; RICERCHE DEL DOTT. GIOVANNI BIZIO.

Dall' azione dell' ammoniaca sopra l' essenza di senape, è noto come abbia origine il solfallilcarbamide o tiosinnamina, e come da questa per mezzo dell' ossido di piombo o del biossido di mercurio ne derivi la sinnamina. Appresso fu sperimentata sopra la stessa essenza anche l' azione di alcune basi artificiali, e sappiamo che, mediante l' anilina, il Zinin ottenne la feniltiosinnamina, dalla quale stessa, notò egli, potersi coll' ossido di piombo conseguire un nuovo prodotto, che non fu poi esaminato.

Nell' occasione pertanto di avere, per alcuni particolari miei studii, apparecchiato più derivati dell' allile, e tra questi la stessa feniltiosinnamina, feci anche reagire sopra la medesima l' ossido di piombo collo scopo di averne la nuova sostanza, della quale mi proposi di verificare la composizione e di studiare le proprietà.

Trattai adunque, a mitissima temperatura, una soluzione alcoolica di feniltiosinnamina con ossido di piombo idrato, sino a che una piccola porzione del liquido, saggiato a parte, indicasse compiuta la reazione. Filtrato allora il liquido, e diluito con acqua così che, riscaldandolo all' ebullizione, mantenesse ancora un lieve inalbamento, n' ebbi, col raffreddarsi del liquore, separata la sostanza in una bella cristallizzazione aghiforme, di splendore setaceo. Ridisciolta poi questa iteratamente nell' alcoole, e separata di bel nuovo da esso nel modo sopra indicato, quantunque presentasse l' apparenza di una sostanza purissima, non lo era però giammai perfettamente, in forza di altra sostanza semi-resinosa, la quale formasi contemporaneamente alla prima, e viene assieme a questa precipitata in parte per l' acqua dalla sua soluzione alcoolica. Per conseguirla nel grado della voluta purezza, dovetti aggiungere alla sostanza, previamente trattata nel modo testè indicato, tanto etere che bastasse solo a formarne una densa poltiglia; vi toglieva poscia la soluzione eterea mediante compressione fra carta sugan-

te; scioglieva di bel nuovo il residuo nell' alcoole, dal quale separava poi al modo solito i cristalli coll' aggiunta dell'acqua; e ripetuto un tale trattamento per due o tre volte riusciva ad avere un prodotto del tutto puro. È certo che in tal maniera ha luogo una perdita notevole, ma per altra via non mi fu dato di venire a risultati soddisfacenti.

E qui nell' accennare le cure che si resero necessarie a condurre la sostanza nel grado di purezza richiesto dallo scopo per cui veniva apparecchiata, merita di essere menzionata una specialità che accidentalmente mi fu dato d' incontrare. Quando si tratta la soluzione alcoolica della fenïltiosinnamina coll'ossido di piombo notai che se, durante la reazione, non si abbia la cautela di scaldare il miscuglio niente più in là della temperatura alla quale si vede l' ossido cominciar già ad annerire, si forma una maggior copia di prodotti secondarii, e riesce per conseguenza più difficile, mediante i consecutivi trattamenti, l' averne un prodotto puro. Pensai adunque di poter raggiungere l' effetto medesimo senza opera di calore, abbandonando all' ordinaria temperatura una soluzione alcoolica di fenïltiosinnamina con ossido di piombo idrato; ed infatti dopo una settimana, durante la quale veniva solo di tratto in tratto agitato il miscuglio, rinvenni che la reazione era compiuta. Feltrato il liquore alcoolico, e diluitane una parte con acqua, non ebbi però separati i consueti cristalli aghiformi, ma il liquido divenne invece lattiginoso, per minute goccioline oleose che rimanevano in esso sospese. Posi allora la soluzione ad evaporare sopra l' acido solforico nel vuoto, e quivi pure non si separò materia cristallina di sorte alcuna, rimanendo solo per residuo una sostanza scorrevole, perfettamente limpida e scolorita, di densità sciropposa. Dopo tre settimane incirca che mantenevasi sotto la campana della macchina pneumatica, comparvero alla superficie più cristalli prismatici rettangolari, alcuni dei quali erano lunghi 2 millimetri incirca e larghi $\frac{1}{3}$ di millimetro, e che aggregandosi fra loro andavano a costituire altrettante tavole quadrilatere. Sciolti questi nell' alcoole, venivano precipitati dall' acqua sotto la consueta forma di esili aghi, dandosi nelle loro proprietà a riconoscere per la sostanza medesima, la quale sin dapprincipio avrebbe dovuto, sotto for-

ma cristallina, separarsi per mezzo dell' acqua dalla sua soluzione alcoolica.

Io accenno questo fatto unicamente per la sua specialità, giacchè i cristalli, che si sono formati nel corso stesso di due mesi, erano cosa sì piccola da non poterne trarre partito per una serie di ricerche.

La sostanza adunque, sopra la quale ho istituito le mie indagini, proveniva dal modo di trattamento che ho per il primo indicato, e si presentava, come già accennai, sotto la forma di esili aghi a lucentezza setacea, untuosi al tatto. Essa è insolubile nell' acqua, e solubilissima così nell' etere come nell' alcoole. Ha un lieve sapore amaro, che lascia poi un senso di raschiamento nelle fauci. Non presenta azione alcuna sulla *curcuma*, nè sulla carta arrossata di tornasole. Asciugata nel vuoto, non perde del suo peso alla temperatura di 100°. Fonde ai gradi 105 senza perdita di peso, e si rappiglia col raffreddamento in una massa pellucida, a tessitura cristallina.

Riferendosi all' origine della sostanza, essa dovea presentare rispetto alla feniltiosinnamina la relazione medesima che la sinnamina riguardo alla tiosinnamina. Disseccata adunque a 100°, ne ho instituita l' analisi elementare mediante la combustione con ossido di rame, che veniva poi compiuta da una corrente di ossigeno somministrato da un gassometro; e n' ebbi il seguente risultato:

0gr,3545 di sostanza diedero: 0,9875 di acido carbonico, e 0,1990 di acqua.

Per cui in centesimi:

	Sperienza	*Teoria*	
Carbonio	75,97	C_{10}	75,95
Idrogeno	6,24	H_{10}	6,33
Nitrogeno.	—	N_2	17,72
			100,00.

Essa può adunque realmente considerarsi quale il fenilalcianamide, che brevemente diremo *fenilsinnamina*. Rappresenterebbe in altri termini la sinnamina, in cui il terzo atomo

dell' idrogeno del tipo è sostituito dal radicale monatomico il fenile; e per conseguenza può considerarsi costituita secondo l' equazione della formula $\left.\begin{matrix} C\,N \\ C_3H_5 \\ C_6H_5 \end{matrix}\right\} N$.

L' equazione seguente dimostra il modo della sua formazione:



$$\underset{\text{fenilltiosinnamina}}{C_{10}H_{12}N_2S} + Pb_2O = \underset{\text{fenilsinnamina}}{C_{10}H_{10}N_2} + Pb_2S + H_2O.$$

Riscaldata questa sostanza al di là del punto della fusione, incomincia tosto a decomporsi con isviluppo di vapori bianchi, grandemente pungenti l' olfato e gli occhi. La maggior parte però del prodotto della distillazione è un liquido denso, scolorito e trasparente, il quale si rappiglia col raffreddamento, e consiste in pura fenilsinnamina che volatilizzò inalterata. Solo in sul finire della distillazione si condensa poca materia oleosa giallastra, nella quale è contenuta dell' anilina. Rimane per ultimo nella storta un lieve residuo carbonioso.

L' acido solforico concentrato scioglie la fenilsinnamina, ed aggiuntavi tosto dell' acqua se ne ha un liquido lattiginoso, dal quale, pochi istanti appresso, separasi una materia viscosa, che si rende poi concreta e fragile.

L' acido nitrico diluito non la scioglie punto. È solubile invece nell' acido nitrico concentrato, il quale poco dopo si fa giallo-brunastro, ed abbandona nel tempo stesso alcune goccioline di una materia oleosa, bruna, che vengono a galleggiare alla superficie del liquido. Se, appena sciolta la fenilsinnamina nell' acido predetto, si diluisca la soluzione con acqua, si separa una materia resinosa gialla, e con essa pochi fiocchi cristallini di fenilsinnamina inalterata.

La fenilsinnamina è insolubile nell' acido valerico, e nell' acido lattico. È prontamente sciolta dall' acido acetico, dal quale si separa inalterata mediante diluzione con acqua.

Con uguale facilità si scioglie nell' acido butirrico. Diluita ed agitata la soluzione con poca acqua, si separa a goccie un liquido trasparente e scolorito, il quale va mano a mano rac-

cogliendosi al fondo. Aggiuntavi nuova quantità d'acqua, svanisce il liquido predetto, e, sotto la consueta forma di fiocchi cristallini, precipita la fenilsinnamina inalterata. Attesa la solubilità dell'acido butirrico in ogni proporzione di acqua, non potea essere originato quel liquido (il quale reagisce acidissimo) che da una combinazione dell'acido colla fenilsinnamina. Collocai adunque ad evaporare, in una campana sopra la calce, una soluzione di fenilsinnamina nell'acido mentovato, ma nel residuo dell'evaporazione non restava punto di acido ad essa combinato.

Collo stesso acido ossalico non mi venne dato di conseguire combinazione alcuna. Mescolata una soluzione alcoolica di questo acido con altra soluzione alcoolica di fenilsinnamina, n'ebbi colla evaporazione sopra l'acido solforico un residuo cristallino, il quale non consisteva che in un miscuglio delle due sostanze.

L'acido cloridrico concentrato si manifesta nei primi istanti senza azione sopra la fenilsinnamina; ma i cristalli di essa non tardano tuttavia a perdere in seno di quest'acido il loro splendore, e ad agglutinarsi poscia in una massa bianca e viscosa che viene a galleggiare alla superficie del liquido. Parte della fenilsinnamina trovasi però sciolta nell'acido, e può venire da esso separata per mezzo dell'acqua.

Sottoposi anche una certa quantità di fenilsinnamina ad una corrente di gas acido cloridrico secco. Essa si ammollisce tosto, e si conglutina in una materia pellucida, la quale nella consistenza e nell'aspetto ricorda lo spermaceti. Questa materia è insolubile nell'acqua, dalla quale è solo resa opaca; si scioglie invece nell'alcoole, che diluito poscia con acqua, abbandona cristalli di pura fenilsinnamina.

La materia stessa, riscaldata a bagno d'acqua, fonde in un liquido scorrevolissimo; ma volatilizzato che sia l'acido cloridrico rappigliasi tosto in altrettanti mamelloni, costituiti da cristalli aghiformi disposti intorno ad un centro, i quali non consistono che in fenilsinnamina inquinata da poco acido cloridrico. Riscaldata invece ad una temperatura superiore ai 100° si decompone, e fra i prodotti che ne risultano è agevole il notare la presenza del cloruro di anilina.

I differenti saggi tentati adunque per condurre la fenilsinnamina ad unirsi con qualche acido dimostra, che quand' anche con alcuno di essi fosse mai avvenuta una combinazione, non è dato di poterlo con sicurezza precisare, giacchè tratterebbesi sempre di una unione sì labile che i mezzi adoperati per togliere l'eccesso dell' acido, sarebbero sufficienti a scomporre anche la combinazione formatasi. Passai quindi a vedere se per altra maniera di composti si potesse conseguire qualche dato dal quale trarne un lume maggiore sopra la vera natura della sostanza esaminata, e raffermarne con precisione l' equivalente.

Lievemente acidulata pertanto con acido cloridrico una soluzione alcoolica di fenilsinnamina, vi aggiunsi un eccesso di soluzione di cloruro di platino, senza però che, nè anche dopo un lungo riposo, si separasse precipitato di sorte alcuna. Collocai allora il liquido ad evaporare sotto la campana della macchina pneumatica, e n' ebbi così un residuo sciropposo, nel quale, dopo un mese che restava sotto la campana stessa, non appariva indizio di cristallizzazione. Tolto perciò di là, senza speranza di averne un risultato, dopo tre giorni che trovavasi al libero contatto dell' atmosfera, sotto una semplice campana atta a guarentirlo dalla polvere, rinvenni che alla superficie erasi formata una crosta cristallina, partendo dalla quale tutta la massa erasi poi in breve assodata in un insieme di minuti cristalletti. Essi sono solubili così nell' alcoole come nell' etere, per cui, a toglierci l'eccesso del cloruro di platino, aggiuntavi pochissima acqua, mi valsi della compressione fra carta asciugante, iterando il trattamento finchè i cristalli fossero del tutto puri. In tale stato presentarono essi una tinta giallo-ranciata, ma la loro forma è così irregolare per mancanza di angoli e di spigoli bene determinati, da non potersi in verun modo stabilire; per il maggior numero posseggono, nella loro irregolarità, forme più o meno globulari, per cui si può ammettere che verosimilmente appartengano al sistema esaedrico.

Riscaldati questi cristalli alla temperatura di 100°, si fanno dapprima bruni, anneriscono poi del tutto, prolungandone lo scaldamento, ed ammolliscono per ultimo e gonfiano così da agglutinarsi insieme, e rappigliarsi poscia col raffreddamento in una massa nera e spugnosa.

Un' analisi dei medesimi non mi diede risultati soddisfacenti; ed infatti potei accertarmi che vi si trovava mescolata della fenilsinnamina, separatasi senza incontrare combinazione col cloruro di platino.

Ripetei perciò un tale sperimento mescolando una soluzione alcoolica ed acidulata di fenilsinnamina ad un grande eccesso di questo cloruro. Ottenuto, come la prima volta, mediante l' evaporazione nel vuoto, un residuo sciropposo, e lasciato ancora per qualche giorno sotto la campana della macchina pneumatica, lo esposi appresso alla libera azione dell' atmosfera; e quivi, dopo una settimana, rinvenni tutta la massa ripiena di minuti cristalletti, i quali però, in luogo di presentare il colore giallo-ranciato de' primi, erano tinti in un bel rosso granato. Depurati dall' eccesso del cloruro di platino nel modo tenuto nel primo saggio, disseccati nel vuoto sopra l' acido solforico, e sottoposti all' analisi, mi diedero i seguenti risultati:

I. $0^{gr},3130$ di sostanza diedero: 0,3795 di acido carbonico, e 0,0855 di acqua.

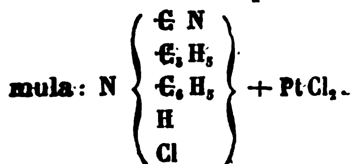
II. $0^{gr},7405$ di sostanza diedero: 0,8770 di cloruro d' argento.

III. $0^{gr},9140$ di sostanza diedero nell' arroventamento 0,2470 di platino metallico.

E perciò in centesimi:

Carbonio	33,07	—	—	C_{10}	32,95
Idrogeno	3,04	—	—	H_{11}	3,02
Nitrogeno. . .	—	—	—	N_2	7,69
Cloro	—	29,28	—	Cl_3	29,24
Platino.	—	—	27,02	Pt	27,10
					100,00

Questo sale è adunque il cloruro doppio di platino e di fenilsinnamina quale lo dimostra la seguente sua formula:



$$N \left\{ \begin{matrix} CN \\ C_2H_3 \\ C_6H_5 \\ H \\ Cl \end{matrix} \right\} + PtCl_2.$$

In quanto poi alla circostanza che, dopo avere evaporata la soluzione nel vuoto, la cristallizzazione di questo sale si compia solo sotto l'influenza del libero contatto atmosferico, è cosa indubitata. La seconda volta infatti che io ebbi ad apparecchiarlo, prima di esporlo all'atmosfera ne separai una piccola parte in un vetro di orologio, che collocai sotto una campana con cloruro di calcio. Erano già scorsi più giorni che, nella massa principale esposta all'aria eransi formati i cristalli, senza che nella piccola quantità mantenuta sopra il cloruro di calcio vi fosse traccia di cristallizzazione. Tolto allora di là, ed esposto al contatto dell'atmosfera, siccome trattavasi di poca sostanza, essa perdette la sua trasparenza nello spazio di mezz'ora incirca, rendendosi come lattiginosa, e nel corso della giornata medesima era già ripiena di cristalli. Io credo non potersi attribuire tale fenomeno, senonchè all'azione dell'umidità atmosferica, la quale, venendo assorbita, induce nel liquido, ridotto prima al massimo di concentrazione nel vuoto, quel lieve grado di diluizione acquosa sufficiente a far separare sotto forma cristallina il composto, per sè insolubile nell'acqua. Un'atmosfera secca vedemmo infatti essere del tutto inerte nella produzione di un tal fenomeno; per cui non può questo entrare nella serie di que' fatti analoghi, e ad ogni modo pure ben differenti, i quali trovano la loro ragione nel contatto dell'aria, quale semplice forza di urto molecolare.

La fenilsinnamina può somministrare eziandio una combinazione col bicloruro di mercurio. Mescolai una soluzione alcoolica di fenilsinnamina con un eccesso di soluzione, pure alcoolica, di bicloruro di mercurio. Da un tale miscuglio non si separò sostanza alcuna; ma collocato poscia il liquido nel vuoto sopra l'acido solforico, mano mano che l'alcoole evapora, si vede formarsi lungo le pareti della capsula a modo di strie longitudinali, una sostanza solida, opaca, bianco-gialliccia, la quale termina col coprire tutto il fondo della capsula stessa. Evaporato che fu tutto l'alcoole essa si fece pellucida ed un po' molle, ma ritornò nuovamente opaca, e del tutto soda e fragile coll'infonderci altro alcoole, e tale poi si mantenne col disseccamento.

Questo composto, il quale si presenta in istato amorfo, a

tessitura quasi granellosa, è pressochè insolubile nell' etere e nell' alcole, e non viene punto alterato dall' acqua, così che vi può essere tolto l' eccesso del sale di mercurio tanto coll' acqua come coll' alcole. Fonde a una temperatura inferiore al punto di ebullizione dell' acqua. A + 100° comincia già a decomporsi, ed imbrunisce. A contatto dell' acido solfidrico, la sua tinta non viene mutata. Disseccato nel vuoto sopra l'acido solforico, ed eseguita la determinazione del mercurio in esso contenuto, ebbi i seguenti risultati:

I. $0^{gr},7590$ di sostanza diedero 0,3550 di mercurio metallico; il che equivale a 46,77 per cento di mercurio.

II. $0^{gr},5375$ di sostanza diedero 0,2525 di mercurio equivalente a 46,98 per cento.

Questi numeri si accordano colla formula: $N\left\{\begin{matrix} C N \\ C_2 H_3 \\ C_2 H_3 \end{matrix}\right. + 2\,HgCl,$

nella quale il calcolo somministra 46,62 per cento del predetto metallo.

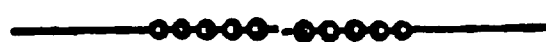
Singolare poi è la grande mobilità di aggregazione molecolare manifestata da questo composto. Io indicai infatti poco dianzi la forma sotto cui mi venne separato dal liquore alcolico. Altra volta che ripetei il saggio medesimo, compiuta l'evaporazione dell' alcole, la sostanza, la quale come al solito era solida ed opaca, si tramutò senz' altro in un liquido viscoso, trasparente, giallastro, del tutto simile nell' aspetto ad una densa mucillaggine di gomma. Versatovi dell' alcole si fece tosto di bel nuovo opaca, rappigliandosi di primo tratto in una materia elastica, che appresso si rese del tutto soda e fragile.

In altro sperimento nel quale il composto erasi egualmente tramutato in un fluido viscoso, lasciatolo sotto una campana con acido solforico, si rappigliò nuovamente da sè stesso, nel corso di alcuni giorni, in una massa solida granellosa. Trattato allora con alcole per levarvi l'eccessò del bicloruro di mercurio, rimase una sostanza semipellucida, molle ed elastica, la quale non veniva questa volta indurita dall' alcole, ma lo era bensì appresso dal contatto dell' acqua. Nell' alcoole poi adoperato a togliere l' eccesso del cloruro, si trovò esservi molta parte del composto disciolta, avvegnachè, come notai più so-

pra, si fosse sempre manifestato quasi insolubile in questo liquido. Aggiuntavi dell'acqua, la soluzione si rese densamente lattiginosa, e la materia andò poi lentamente depositandosi, così da essere dopo qualche giorno solidamente aggregata nella consueta sua forma al fondo del vase; trattata allora con alcole non era più in esso solubile.

La proporzione del mercurio, nei prodotti avuti in questi varii casi, si trovò sempre costante, per cui non possono tali fenomeni attribuirsi che a semplici modificazioni molecolari, nelle quali non è forse estranea l'influenza di una diversa temperatura, o la presenza di un eccesso più o meno grande di bicloruro di mercurio.

Aveva per ultimo tentato se dalla fenilsinnamina si potessero anche conseguire combinazioni appartenenti al tipo dell'ossido di ammonio idrato; ma una soluzione di essa, mescolata con ioduro di etile, non formò combinazione alcuna, nè dopo molti giorni di contatto alla temperatura ordinaria, nè dopo più ore di riscaldamento ai 100° in tubo chiuso alla lampada. Sotto lo scaldamento essa subì piuttosto una parziale alterazione, che diede perciò luogo ad alcuni prodotti secondarii.



RICERCHE SULLA DISSIMETRIA MOLECOLARE DEI PRODOTTI ORGANICI NATURALI; DI L. PASTEUR (1).

Traduzione.

Vi sono certi derivati di questi due acidi malici, il cui confronto non appalesa troppo bene la vera dipendenza reciproca di disposizioni molecolari di questi curiosi isomeri; peraltro ve ne sono alcuni in cui questa dipendenza si mostra chiarissimamente. Consideriamo, per esempio, il bimalato di calce ordinario attivo, e il bimalato corrispondente inattivo. La loro composizione chimica è esattamente la stessa e le loro forme cristalline sono simili, con questa differenza che la for-

(1) Vedi *N. Cimento*, Fasc. Marzo-Aprile; Luglio-Agosto 1861.

ma dell' attivo è fornita di quattro piccole faccie emiedriche, le quali sono sempre assenti nella forma dell'inattivo. Di qui risulta che posto l'attivo di faccia ad uno specchio, la immagine che se ne ricava non gli può essere sovrapposta; e facendo altrettanto con l'inattivo, la sua immagine è assolutamente identica e sovrapponibile ad esso. In tutto il resto vi è somiglianza perfetta nelle due forme.

Chi potrebbe dubitare con queste premesse dei rapporti delle disposizioni molecolari di questi due sali? Non è evidente che si tratta qui di un acido malico identico al naturale eccetto la semplice soppressione della sua dissimetria molecolare?

Si direbbe che il nuovo acido malico non è altra cosa che l'acido malico naturale svolto. Rassomigliamo l'acido naturale ad una scala girante per la disposizione de' suoi atomi, e l'altro acido sarà la medesima scala formata con gli stessi gradini, ma retta in luogo di rivolgersi in spirale.

Si potrebbe dimandare se il nuovo acido malico sia il paratartarico della serie, cioè la combinazione dell' acido malico destro e dell'acido malico sinistro. Ciò è pochissimo probabile, poichè allora non solo con un corpo inattivo si sarebbe fatto un corpo attivo, ma se ne sarebbero fatti due uno destro e uno sinistro.

D' altronde io mi sono accertato che come esiste un acido malico inattivo non dissimetrico, esiste egualmente un acido tartarico inattivo non dissimetrico differentissimo dall' acido paratartarico e che non può risolversi in acido tartarico destro e in acido tartarico sinistro. Per lo che non è più possibile di dubitare che si tratta dell' acido tartarico destro o sinistro reso non dissimetrico.

Ho parimente scoperto l'alcool amilico inattivo, il quale dà luogo ad una serie intiera di prodotti inattivi corrispondente alla serie dell' alcool amilico attivo.

Eccoci dunque, mercè la scoperta dei corpi inattivi, al possesso di una idea feconda: una sostanza è dissimetrica destra o sinistra; per certi artifizii di trasformazioni isomeriche (che bisognerà ricercare e scuoprire per ciascun caso particolare) essa può perdere la sua dissimetria molecolare e servendoci di

un concetto grossolano, essa può svolgersi e disporre talmente i suoi atomi da offerire in uno specchio una immagine sovrapponibile. Ond'è che ciascuna sostanza dissimetrica offre quattro varietà, o per dir meglio quattro sotto-specie distinte; il corpo destro, il corpo sinistro, la combinazione del destro col sinistro e il corpo che non è nè destro, nè sinistro, nè formato dalla combinazione del destro e del sinistro.

7.

Questa conclusione generale degli studii precedenti, irradiano nuova luce sulle nostre idee di meccanica molecolare. Noi vi scorgiamo che se i prodotti naturali organizzati sotto la influenza della vita vegetale sono ordinariamente dissimetrici all'opposto di ciò che osserviamo nei prodotti minerali e artificiali, questa disposizione delle particelle elementari non è una condizione dell'esistenza della molecola; il gruppo organico torto, può distorcersi e prendere allora il carattere generale delle sostanze artificiali o minerali. Per correspettivo, mi sembra logico di riguardare questi ultimi come suscettibili di presentare una disposizione dissimetrica dei loro atomi nel modo che si verifica nei prodotti naturali. Restano a scuoprirsi le condizioni della loro produzione.

Per ultima analisi e a riassumere ciò che precede, diremo che i gruppi di atomi elementari, i quali costituiscono la materia composta, possono prendere due stati distinti corrispondenti ai due tipi generali, nei quali si può fare rientrare ogni oggetto naturale. La forma del gruppo offre o una immagine sovrapponibile, o non sovrapponibile, ma quest'ultimo tipo è doppio, poichè il suo inverso può egualmente sussistere: Qui è duopo aggiungere il caso dell'associazione di questi due tipi inversi che rammenta l'unione per coppie dei membri identici e non sovrapponibili degli animali superiori. Ond'è che vi ha in realtà pei gruppi di atomi costituenti la materia quattro notabili posizioni. Tutti i nostri sforzi debbono tendere a produrli in ciascuna specie particolare.

Havvi in tutte queste considerazioni un tale rigore che sarebbe impossibile dubitarne.

Infatti come si potrebbe porre in dubbio che un corpo destro abbia possibile il suo sinistro, conoscendo, come noi conosciamo, il significato del carattere destro o sinistro? Ciò equivarrebbe a dubitare che un tetraedro irregolare abbia il suo inverso; che un elice *dextrorsum* abbia la sua inversa *sinistrorsum*; che una mano abbia la sua sinistra possibile.

Quindi se la influenza misteriosa alla quale è dovuta la dissimetria dei prodotti naturali, cangiasse di senso o di direzione, gli elementi costitutivi di tutti gli esseri viventi assumerebbero una dissimetria inversa. Forse allora un nuovo mondo si offrirebbe a noi. Chi mai potrebbe predire la organizzazione degli esseri viventi, se la cellulosa, da destra che è, divenisse sinistra; se l'albumina del sangue da sinistra che è divenisse destra? Questi sono misteri che preparano in avvenire numerosi lavori all'uomo, e richiamano fino da ora le più serie meditazioni della scienza.

8.

Se non che come la chimica è stata finora incapace di preparare corpi dissimetrici, si potrebbe temere d'ignorare per sempre il modo di produzione dei corpi inversi delle sostanze organiche naturali. Per buona sorte questo timore è esagerato. Io ho infatti riconosciuto che coi processi chimici ordinarii, come sarebbe l'azione del calore, si poteva passare da un corpo destro al suo sinistro e inversamente. Così, per es. scaldando l'acido tartarico destro in certe condizioni determinate, le quali sarebbero troppo lunghe per riferirsi qui, esso si trasforma in acido tartarico sinistro o, per meglio dire, in acido paratartarico. All'incontro ed esattamente nelle stesse condizioni, l'acido tartarico sinistro diviene destro.

Osservate questi dieci o dodici grammi di acido tartarico sinistro purissimo che ho ottenuti in questo modo. La loro preparazione mi è costata fatica. Ma il signor Biot desiderava moltissimo di studiare i caratteri di dispersione di questo acido tartarico sinistro, che è sì notabile per la sua origine. Perciò egli ha voluto fare da sè le spese della operazione, la quale è molto dispendiosa, imperocchè la trasformazione si fonda sul-

l'uso del tartrato di cicanina o di chinino, e la base si perde poichè il tartrato deve essere riscaldato ad una temperatura che la distrugge.

Ho preparato con questo processo tanta quantità di acido paratartarico quanta ne bisognava per trarne dodici grammi di acido tartarico sinistro, il quale ha offerto in senso inverso e rigorosamente gli stessi caratteri ottici dell'acido tartarico.

Si dovrà sempre considerare come un grande progresso della chimica organica ogni trasformazione analoga di un corpo naturale dissimetrico nel suo inverso.

9.

Io alludeva, in sul finire della nostra prima conferenza, ad osservazioni, cui è tempo che portiamo l'attenzione che meritano. Queste osservazioni si aggirano sul confronto delle proprietà fisiche e chimiche degli isomeri destri e sinistri corrispondenti. Ed ho insistito sulla identità perfetta che passa in tutte le loro proprietà, eccetto l'inversione delle loro forme cristalline e il senso opposto delle ottiche loro deviazioni. L'aspetto fisico, lo splendore dei cristalli, la solubilità, il peso specifico, la semplice o la doppia rifrazione, tutto insomma vi apparisce non solamente simile o approssimato, ma identico in tutta l'estensione del termine.

Questa identità è tanto più notevole in quanto che ci cadrà sott'occhio in essi un'opposizione generale e considerevole di proprietà, posti che sieno in tali condizioni particolari che vado ad esporre.

Si è veduto esser duopo distribuire tutti i composti chimici artificiali o naturali, minerali od organici in due grandi categorie: i composti a immagine sovrapponibile non dissimetrici e i composti a immagine non sovrapponibile dissimetrici.

Ciò posto, la identità delle proprietà che ho rammentate dei due acidi tartarici e dei loro derivati similari esiste costantemente in tutta la sua integrità tutte le volte che si collochino queste sostanze in presenza di un composto qualunque della classe dei corpi a immagine sovrapponibile, come sarebbero la potassa, la soda, l'ammoniaca, la calce, la barite, l'anilina..,

l'alcool, gli eteri..., in una parola di tutti i composti, qualunque sieno, non dissimetrici, non emiedrici di forme, senza azione sulla luce polarizzata.

Se le sottoponiamo all'incontro ai prodotti della seconda classe a immagine non sovrapponibile: asparagina, chinino, stricnina, brucina, albumina, zucchero..., corpi com'esse, dissimetrici, tutto all'istante cangia. La solubilità non è più la stessa. Se vi ha una combinazione, la forma cristallina, il peso specifico, la quantità di acqua di cristallizzazione, la distruzione più o meno facile di calore, tutto differisce nello stesso modo che differiscono tra loro i corpi isomeri più lontani.

Sicchè la dissimetria molecolare dei corpi s'introduce nella chimica come un energico modificatore delle chimiche affinità. Dirimpetto ai due acidi tartarici, la chinina non si diporta come la potassa, unicamente per essere dissimetrica, nel mentre che la potassa non lo è altrimenti.

La dissimetria molecolare si offre così come una proprietà capace per se sola di modificare le chimiche affinità. Io credo che nessuna scoperta sia pervenuta così lungi nella parte meccanica del problema delle combinazioni. Tentiamo di formarci una immagine della causa di queste identità e di queste dissomiglianze. Supponiamo un'elice *dextrorsum* ed un'elice *sinistrorsum* penetranti separatamente in due blocchi di legno identici e a spigoli retti. Tutte le condizioni meccaniche di questi due sistemi saranno le stesse. Non sarà più così al momento in cui queste medesime eliche saranno associate a blocchi intagliati in eliche nel medesimo senso, ovvero in senso opposto.

10.

Ecco un'applicazione interessantissima dei fatti che ho esposto. Vedendo gli acidi tartarici destro e sinistro che entrano nelle combinazioni divenire tanto dissimili pel fatto solo del potere ruotatorio della base, si poteva sperare che da questa medesima dissomiglianza risultassero delle forze chimiche capaci di bilanciare l'affinità reciproca di questi due acidi, e quindi ne risultasse un mezzo chimico di disassociare i due elementi dell'acido paratartarico. Mi ci sono occupato lunga-

mente senza riuscire; ma alla fine vi pervenni per mezzo di due basi nuove isomere della chinina e della cinconina, le quali ottengo assai facilmente e senza perdere nulla facendo uso della chinicina, e della cinconicina.

Io preparo il paratartrato di cinconicina neutralizzando la base, poi aggiungendo tanto acido quanto ne occorre per la neutralizzazione; faccio cristallizzare questo liquido e i primi cristalli sono formati di tartrato sinistro perfettamente puro di cinconicina. Tutto il tartrato destro resta nel liquido essendo più solubile del sinistro. In ultimo esso pure cristallizza e veste un aspetto differente giacchè la sua forma cristallina è diversa da quella del destro.

Si sarebbe tentati a credere che qui si trattasse della cristallizzazione di due sali affatto distinti e di disuguale solubilità.

11.

Ma la dissomiglianza delle proprietà dei corpi destri e sinistri corrispondenti allorchè si sottopongono a forze dissimetriche, mi sembrava offerire un interesse di prim' ordine per le idee ch' essa ci suggerisce intorno la causa misteriosa, la quale presiede alla disposizione dissimetrica degli atomi nelle sostanze organiche naturali. Per quale ragione questa dissimetria? Ed anche perchè questa dissimetria piuttosto che la sua inversa?

Ritornate con la mente insieme con me all'epoca in cui avendo riconosciuta la identità assoluta delle proprietà fisiche e chimiche dei corpi destri e sinistri corrispondenti, io non aveva nessuna idea e neppure il sospetto di differenza possibile tra questi corpi. Ci corsero molti anni prima che riconoscessi queste identità e queste differenze.

Mi era allora impossibile d' intendere come la natura potesse formare un corpo destro, senza fare nello stesso tempo il corpo sinistro. Imperocchè le medesime forze che sono in azione nel momento della elaborazione della molecola di acido tartarico destro, dovevano, almeno mi sembrava, dare la molecola sinistra e non vi sarebbero che dei *paratartrati*.

Perchè formare dei destri o dei sinistri? Perchè non for-

mare che solo i non-dissimetrici, sostanze cioè dell' ordine di quelle della natura morta?

Vi devono essere evidentemente delle cause che entrino in queste curiose manifestazioni delle forze molecolari. Indicare precisamente queste cause, sarebbe di certo impresa ben difficile. Ma io credo di non ingannarmi dicendo che noi conosciamo uno dei loro essenziali caratteri.

Non è necessario e sufficiente di ammettere che nel momento della elaborazione nell' organismo vegetabile dei principii immediati, una forza dissimetrica è presente? Imperocchè noi abbiamo veduto dianzi che vi era un solo caso in cui le molecole destre differissero dal loro sinistro; e questo era che esse fossero sottoposte ad azioni di un ordine dissimetrico.

Queste azioni dissimetriche, soggette forse ad influenze cosmiche, risiedono nella luce, nell' elettricità, nel magnetismo, nel calore? Sarebbero esse in qualche relazione col movimento terrestre, con le correnti elettriche con cui i fisici spiegano i poli magnetici della terra?

Non è possibile, nello stato attuale della scienza, di emettere su questo proposito le più piccole congetture.

Ma io ammetto come necessaria la conclusione della esistenza delle forze dissimetriche al momento della elaborazione dei prodotti organici naturali; forze che sarebbero assenti o senza effetto nelle reazioni dei nostri laboratorii, sia per causa della subitanea azione di questi fenomeni, sia per qualsivoglia altra circostanza incognita.

12.

Noi siamo giunti infine ad una ultima esperienza, che interessa al pari di tutte quelle che precedono per la prova manifesta ch' essa ci darà della influenza della dissimetria nei fenomeni della vita. A quest' ora noi ci siamo convinti che la dissimetria interviene come forza modificatrice delle chimiche affinità; ma nelle esperienze precedenti si trattava sempre di reazioni puramente minerali, artificiali, e si sa d' altronde quanta prudenza sia necessaria volendo applicare i risultati dei laboratorii ai fenomeni della vita. Ond' è che io ho tenutè segrete

quasi tutte le vedute svolte in questa lezione fino al momento in cui mi sono convinto che la dissimetria molecolare agiva come forza modificatrice delle chimiche affinità non solamente nelle reazioni della natura morta, ma in quelle altresì dell'ordine fisiologico, nelle fermentazioni.

Ecco il fenomeno notevole al quale alludo.

Si sapeva da molto tempo, per l'osservazione di un fabbricante di prodotti chimici di Germania, che il tartrato di calce impuro delle fabbriche, ingombro di materie organiche e abbandonato nell'estate sotto l'acqua, può fermentare e dare diversi prodotti.

Ciò premesso, io ho posto in fermentazione il tartrato ordinario destro di ammoniaca col processo seguente: prendo il sale purissimo cristallizzato, lo disciolgo aggiungendo al liquido una dissoluzione limpidissima di materie albuminoidi. 1 gr. di materie albuminoidi secche, bastano per 100 gr. di tartrato. Accade assai di sovente che il liquido posto in una stufa fermenti spontaneamente. Ho detto, assai di sovente, ma si potrebbe aggiungere che questo fenomeno si verifica sempre se si abbia cura di mescolare al liquido una quantità piccolissima di uno di quei liquidi pei quali siamo riusciti ad ottenere fermentazione spontanea. Sin qui nulla di straordinario; è un tartrato che fermenta. Il fatto è noto.

Ma applichiamo questo modo di fermentazione al paratartrato di ammoniaca e nelle condizioni precedenti esso fermenta. Si deposita il medesimo lievito. Sicchè tutto annunzia che i fenomeni accadono assolutamente come nel caso di tartrato destro. Frattanto se si tiene dietro all'andamento della operazione per mezzo dell'apparecchio di polarizzazione ci accertiamo subito delle differenze profonde che esistono tra le due operazioni. Il liquido primitivamente inattivo possiede un potere rotatorio a sinistra sensibile, che aumenta a poco a poco e attinge un massimo. A questo punto la fermentazione si sospende. Non vi è più traccia d'acido destro nel liquido, il quale evaporato e mescolato ad un eguale volume di alcool, fornisce immediatamente una bella cristallizzazione di tartrato sinistro di ammoniaca.

Cominciamo a notare in questo fenomeno due cose distin-

te: come in ogni fermentazione propriamente detta, vi è una sostanza che si trasforma chimicamente e correlativamente con sviluppo di un corpo che ha le apparenze di un vegetale micodermico. D'altronde (ed è ciò che importa di notare in questo momento) il lievito che fa fermentare il sale destro rispetta il sale sinistro malgrado la identità assoluta delle proprietà fisiche e chimiche dei due tartrati destro e sinistro di ammoniaca, purchè però non sieno sottoposti ad azioni dissimetriche.

Ecco dunque provato che la dissimetria molecolare propria delle materie organiche interviene in un fenomeno dell'ordine fisiologico e che il suo intervento costituisce una forza modificatrice delle chimiche affinità. È indubitabile che il genere di dissimetria proprio della disposizione molecolare dell' acido tartarico sinistro è la causa unica, esclusiva della differenza che esso presenta con l' acido destro nel fenomeno della sua fermentazione.

Ond'è che si trova introdotta nelle considerazioni e gli studii fisiologici la idea della influenza della dissimetria molecolare dei prodotti organici naturali. Questo grande carattere stabilisce forse la sola linea di demarcazione, veramente precisa che si possa tracciare oggi tra la chimica della natura morta, e la chimica della natura viva.

13.

Tali sono, Signori, i lavori di cui io vi doveva ragionare nel loro insieme.

Voi vi sarete accorti, cammin facendo, del perchè io abbia intitolata la mia esposizione: *Della dissimetria molecolare nei prodotti organici naturali*. È infatti la teorica della dissimetria molecolare che noi abbiamo così stabilita; essa costituisce uno dei capitoli più elevati della scienza, completamente impreveduto e che offre alla fisiologia orizzonti affatto nuovi, reconditi sì ma sicuri.

Nell' esporre questo giudizio sulle mie proprie ricerche non intendo esprimere che il mio pensiero scevro affatto di ogni soddisfazione di amor proprio. Non piaccia al cielo che in que-

costante; ciò che non sembra avverarsi. Sarebbe essa stessa un prodotto di fermentazione de' rimasugli del cibo? ma allora una più studiata nettezza della bocca innanzi di coricarsi avrebbe dovuto impedirne la formazione: ciò che non fu confermata dalla esperienza. Parmi più verisimile che trattisi di una secrezione vicaria. È noto che un acido grasso fa parte della materia secreta e traspirata dalla pelle: ove adunque l'organo cutaneo non si presti con sufficiente energia alla sua opera di eliminazione organica, vi suppliranno le membrane mucose, segregando gli stessi materiali che avrebbe dovuto secerner la pelle, e con lo stesso fine di spogliare il corpo delle particelle rese inabili a vivere.

La seconda osservazione si riferisce alla reazione acida degli escreati nella consunzion polmonale. La deplorabile frequenza di tal malattia mi ha offerta occasione di verificare spesse volte un tal fatto: cioè che in periodo avanzato dalla medesima le carte di tornasole stropicciate sui ridetti escreati arrossano prontamente, e di un colore sì carico, come se fossero immerse in un acido minerale. La reazione acida degli sputi fu già veduta da Reale nella pneumonite passata in epatizzazione e attribuita ad un eccesso relativo dell' acido del polmone. Altri notarono la reazione acida degli escreati nella bronchite, e la riferirono alla presenza di un acido grasso. A me parve che l'arrossamento delle carte negli sputi dei tisici fosse troppo pronto e vivace per assegnargli tale origine, e venni in sospetto che nelle caverne polmonari le lacinie della materia organica facessero l' officio di corpi porosi, che a contatto dell' aria atmosferica dessero campo ad una specie di nitrificazione; ma le esperienze istituite in proposito esclusero totalmente la presenza dell'acido nitrico. Ho potuto invece assicurarmi che la reazione acida di questi escreati dipende dall' esistervi un bifosfato. Ed infatti diluiti gli sputi in sufficiente quantità di acqua distillata, coagulatane la parte albuminosa colla ebullizione, concentrato il liquido e correttane l'acidità colla potassa, se ne ottennero reazioni bastanti a segnalarvi la presenza di un fosfato solubile. Coll' aggiunta cioè del nitrato di barite inducevasi un precipitato bianco abbondantissimo, e con quella di limpidissima acqua di calce risultavane pure un

precipitato bianco insolubile; ciò che escludeva l'acido idroclorico e il lattico quali cagioni possibili della reazione acida, come quelli che formano sali solubili colla calce. La decozione suddetta di sputi trattata con qualche goccia di nitrato d'argento offriva un copioso precipitato che si divideva in due strati, uno bianco avente origine dai cloruri degli escreati, l'altro color di paglia prodotto dall'acido fosforico. Una porzione di sale precipitato, cioè il cloruro d'argento, sciogli evasi nell'ammoniaca, l'altra vi era insolubile e sciogli evasi invece nell'acido nitrico. Questa soluzione nitrica allungata precipitava in bianco per aggiunta di qualche goccia di percloruro di ferro. Le predette reazioni comprovanti negli escreati in questione la presenza di un fosfato solubile si ottengono egualmente allorchè questo morboso prodotto sia stato esaurito prima coll'etere. Vi si conserva la qualità acida, e vi seguono le stesse precipitazioni colla barite, colla calce e col nitrato di argento, quantunque siasene estratta la materia grassa, e questa in copia notabile. Dee credersi in fine che trattisi del fosfato acido di calce, se dimostrata la presenza di un fosfato solubile con gli opportuni reagenti, rinvenutaci la calce coll'ossalato di ammoniaca, eliminate le altre origini dell'acidità si prenda anche a calcolo la umidità in che si mantengono per lungo tempo essi sputi dovuta per quel che sembra alla nota qualità igrometrica di quel sale.

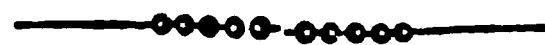
La prefata osservazione della esistenza di un fosfato acido negli escreati dei tisici in periodo inoltrato di malattia potrebbe essere interpretata colla seguente teoria. L'azione più rimarchevole dei fosfati sui gas della respirazione consiste nell'assorbimento del gas acido carbonico in virtù di una vera affinità chimica che si aggiunge alla forza dissolvente. È noto poi che gli acidi ancorchè deboli hanno la facoltà di sottrarre ai sali neutri o basici una porzione del loro ossido col quale essi combinansi. Il sale neutro alla sua volta diviene acido. Ove adunque nel polmone sian già depositi di materia organica contenente fosfati alcalini e terrosi può avvenire che l'acido carbonico sottragga porzione della soda e della calce ai fosfati di queste basi convertendoli in fosfati acidi, e dando luogo alla formazione dei carbonati. Quindi la produzione del

carbonato di soda, il quale colla sua azione dissolvente favorisce la fusione tubercolare, e la origine di fosfati acidi atti a spiegare la potenza acre e corrosiva sulle parti in cui si producono, o su quelle per le quali transitano.

Questa teoria va d'accordo col noto fatto che l'angustia dell'abitazione sta fra le cause più efficaci della consunzione polmonale. Ed in fatti per tal cagione non solo difetta all'uomo per molte ore il pabulo necessario del sangue, ma, per le note leggi dello scambio dei gas, s'impedisce anche all'acido carbonico prodotto dalle decomposizioni organiche di esalare liberamente al di fuori; sicchè questo gas debba accumularsi nelle ultime diramazioni dell'arteria polmonale, e favorire la genesi dei fosfati acidi.

Dalla presenza di fosfati acidi, e dalla cognizione della facoltà acre dei medesimi viene illustrata la vastità delle corrosioni nelle caverne del polmone, assai meglio che nol sia col semplice processo flogistico. La teoria può anzi allargarsi a molti altri casi in cui i tessuti organici si esulcerano profondamente, senza che il mero fenomeno dell'infiammazione ne illustri abbastanza il processo. Basta che allato dei fosfati neutri svolgasi un acido libero, sia il butirico, o il lattico, o l'urico o qualunque altro, perchè diasi luogo all'eccesso di acido fosforico nei predetti sali, e possano per conseguenza manifestarsene gli effetti acri e corrosivi. Così se l'intonaco della lingua, come fu esposto di sopra, contiene ad un tempo e fosfati e un acido grasso, non dovremo maravigliare se in circostanze favorevoli alla loro scambievol reazione erompano ulcerazioni nella muccosa della bocca, quantunque nell'universale non esistano indizi di una discrasia del sangue.

Non sapendo limitare sotto le insegne di Liebig, di Lehmann, di Moleschott, che intendono cancellare la forza vitale dal novero delle potenze della natura, sottoponendo ogni fenomeno organico all'impero delle forze fisiche e chimiche, stimo però che esse debbano accogliersi come cittadine nel regno della vita, e accettarne volentieri l'aiuto, ove ci prestino una lodevole interpretazione dei fatti che avvengono nell'organismo vivente.

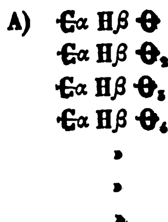


SULLA CLASSIFICAZIONE PER SERIE DELLE SOSTANZE ORGANICHE;
DI T. SCHIEL, TRADUZIONE DEL PROF. *G. FINOLLO*.

(*Annalen der Chemie*, ec. CXVI. 107).

Le serie progressive introdotte da molto tempo dall' Autore nella chimica organica divennero in generale il mezzo più importante per classificare e collegare insieme le sostanze organiche. Alcuni anni dopo l' introduzione delle serie furono esse adottate da Gerhardt nel suo Trattato come base della classificazione, per cui contribuirono non poco a diffonderne la conoscenza. Tuttavia le nozioni che aveva questo chimico intorno alle serie (1) nello stato attuale della scienza sono incomplete, onde il principio della classificazione per serie vuol essere esposto qui in un modo diverso.

La formula generale d'una sostanza organica che contenga *carbonio*, idrogeno e ossigeno è $ЄαHβΘγ$. Assegnando a $γ$ successivamente i valori 1, 2, 3, 4..., si ottiene una serie della *forma*:

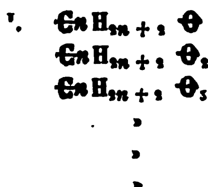


Da queste serie si possono dedurre tutte le serie necessarie per la classificazione fissando prima $α = n$ e $β = 2n + 2$,

(1) È noto che Gerhardt tolse ad esempio un giuoco di carte per far comprendere l' esistenza di due sorta di serie, delle serie *omologhe* ed *isologhe*. Sono isologhi, secondo lui, l' acido benzoico $Є_7H_6Θ_2$ e l' acido acetico $Є_2H_4Θ_2$ (*Trattato di chimica*, I. 127).

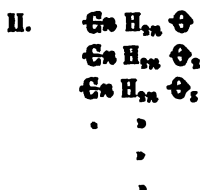
e quindi facendo che questo valore di β diminuisca di 2, 4, 6...
Si ottengono in questo modo le serie:

I.



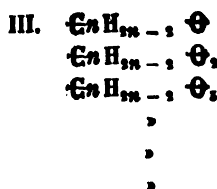
$$C_nH_{2n+2}O$$
$$C_nH_{2n+2}O_2$$
$$C_nH_{2n+2}O_3$$
»
»
»

II.



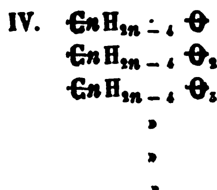
$$C_nH_{2n}O$$
$$C_nH_{2n}O_2$$
$$C_nH_{2n}O_3$$
»
»
»

III.



$$C_nH_{2n-2}O$$
$$C_nH_{2n-2}O_2$$
$$C_nH_{2n-2}O_3$$
»
»
»

IV.



$$C_nH_{2n-4}O$$
$$C_nH_{2n-4}O_2$$
$$C_nH_{2n-4}O_3$$
»
»
»

Ciascun termine di questa *serie generale* o *fondamentale* rappresenta una *serie omologa* speciale i cui termini differiscono fra loro di nCH_2. Paragonando i termini di queste serie colle formule dei carburi d' idrogeno esistenti allo stato libero, si trova che i medesimi rappresentano i gradi d' ossidazione di questi idrogeni carbonati.

Si ottiene un' altra specie di serie facendo prima $\alpha = n$ e

$\beta = n$, e quindi aumentando o diminuendo di 1, 2, 3... il valore di β. Si forma allora la serie generale:

$$\text{B)}\quad \begin{array}{l} \text{C}n\,\text{H}n \quad \Theta\gamma \\ \text{C}n\,\text{H}n\pm_1 \ \Theta\gamma \\ \text{C}n\,\text{H}n\pm_2 \ \Theta\gamma \\ \text{C}n\,\text{H}n\pm_3 \ \Theta\gamma \\ \quad » \\ \quad » \\ \quad » \end{array}$$

Ciascun termine di questa serie rappresenta una serie speciale i cui termini differiscono fra loro di mCH: queste sorta di serie vengono da me chiamate *serie emiloghe*, e possono essere molto utili per la comparazione delle proprietà fisiche dei corpi.

Del resto si deve osservare che una formula avente la forma $\text{C}n\,\text{H}n \pm 1\,\Theta\gamma$ può darsi soltanto quando n sia un numero *impari*, e che parimente può verificarsi soltanto una formula $\text{C}n\,\text{H}n \pm 2\,\Theta\gamma$ quando n sia un numero *pari*. L'ossigeno essendo biatomico, e gli atomi di carbonio lasciando un residuo di unità d'attrazione espresso sempre da un numero pari, ne viene che gli atomi dell'idrogeno non possono trovarsi che in numero pari. Quando un composto contiene pure dell'azoto, gli atomi dell'idrogeno devono esistere in numero *impari* essendo l'azoto triatomico.

I *carburi d'idrogeno* entrano nella serie fondamentale:

$\text{C}n\,\text{H}_{2n+2}$	idruri dei radicali alcolici;
$\text{C}n\,\text{H}_{2n}$	omologhi dell'etilene, e radicali alcolici;
$\text{C}n\,\text{H}_{2n-2}$	acetilene $n = 2$, allile $n = 6$;
$\text{C}n\,\text{H}_{2n-4}$	timene $n = 10$;
$\text{C}n\,\text{H}_{2n-6}$	benzina $n = 6$ essenza di trementina (1) $n = 8$, cumene e mesitilene $n = 9$, cimene $n = 10$;
$\text{C}n\,\text{H}_{2n-8}$	
»	
»	
»	
$\text{C}n\,\text{H}_{2n-16}$	stilbene $n = 14$;
$\text{C}n\,\text{H}_{2n-20}$	nel catrame (di Arcangelo) $n = 19$.

(1) L'essenza di trementina corrisponde al termine precedente, essendo $n = 10$. (*Nota del Traduttore*)

Finora non si può dire quale sia il massimo o il minimo di atomi d'idrogeno che possono combinarsi con n atomi di carbonio. Fin qui non si conosce alcun carburo d'idrogeno che contenga più di $2n+2$ o meno di $n-2=2n-(n-2)$ d'atomi d'idrogeno per n atomi di carbonio.

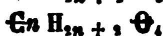
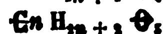
Gli *alcoli* formano le seguenti serie:

Serie alcolica I. $C_nH_{2n+2}\Theta$ alcoli, — tipo $\left.\begin{matrix}C_nH_{2n+1}\\ H\end{matrix}\right\}\Theta$,

$C_nH_{2n+2}\Theta_2$ glicoli, — » $\left.\begin{matrix}C_nH_{2n}\\ H_2\end{matrix}\right\}\Theta_2$,

$C_nH_{2n+2}\Theta_3$ glicerine — » $\left.\begin{matrix}C_nH_{2n-1}\\ H_3\end{matrix}\right\}\Theta_3$.

Che esistano degli alcoli quadriatomici della formula $C_nH_{2n+2}\Theta_4$ è cosa possibile, ma non probabile. I polietileglicoli ottenuti recentemente da Wurtz corrispondono bensì alle formule generali:


$C_n H_{2n+2}\Theta_3$

$C_n H_{2n+2}\Theta_4$

$C_n H_{2n+2}\Theta_5$

»
»
»

Ma questi composti sono alcoli biatomici che derivano dal tipo $\left.\begin{matrix}(C_mH_{2m})\\ H_2{}^{m-1}\end{matrix}\right\}\Theta_m$ in cui m può avere i valori 3, 4 e 5.

Serie alcolica II. $C_nH_{2n}\Theta$ alcoli allilici, — tipo $\left.\begin{matrix}C_nH_{2n-1}\\ H\end{matrix}\right\}\Theta$,

$C_nH_{2n}\Theta_2$ glicoli allilici, — » $\left.\begin{matrix}C_nH_{2n-2}\\ H_2\end{matrix}\right\}\Theta_2$,

$C_nH_{2n}\Theta_3$ glicerine allilic. — » $\left.\begin{matrix}C_nH_{2n-3}\\ H_3\end{matrix}\right\}\Theta_3$.

Di questa serie si conosce finora soltanto un termine che corrisponde alla prima formula $CnH_{2n}O$, l' alcole allilico C_3H_6O.

Delle altre serie alcoliche generali non possiamo riportare qui sotto che i primi termini, poichè le nostre cognizioni intorno alle sostanze che vi appartengono sono incomplete, come lo sono quelle che riguardano i corpi appartenenti alla serie precedente (II).

Alcoli III. $CnH_{2n-2}O$
$CnH_{2n-4}O$
$CnH_{2n+6}O$ omologhi dell'alcole fenico
$CnH_{2n-8}O$ » alcole cinnamico.

La serie speciale corrispondente al termine generale $CnH_{2n-6}O$ è:

C_6H_6O	alcole fenico,	punto d' ebullizione	184°,
C_7H_8O	alcole benzoico	»	204°,
$C_8H_{10}O$	Alcole zilenico	»	220°,
$C_9H_{12}O$	?	»	
$C_{10}H_{14}O$	alcole cuminico (?)		243°,

Se l' alcole cuminico fosse omologo cogli altri termini di questa serie dovrebbe bollire a 264°.

Una serie *emiloga* della formula $CnH_{n-1}O$ formano i composti:

C_7H_8O	alcole benzoico,	punto d' ebullizione	204°,
$C_9H_{10}O$	alcole cinnamico	»	250°,
$C_{11}H_{12}O$	?		

La differenza nel punto di ebullizione per $2CH$ è in questo caso 46°, quindi per CH è 23°, mentre ordinariamente per CH_2 è di 20°. Poichè l' alcole cinnamico differisce dall' alcole benzoico di $C + CH_2$, e CH_2 innalza di 20° il punto di ebullizione, ne viene che C nel caso presente lo ha elevato di 46° — 20° = 26°.

Gli *acidi* formano le serie seguenti:

Serie degli acidi I. $C_nH_{2n}O_2$ acidi grassi,
$C_nH_{2n}O_3$ acidi glicolici,
$C_nH_{2n}O_4$ acidi glicerici;
»
»
»

Gli acidi di questa serie fondamentale corrispondono agli alcoli della serie alcolica I.

Serie degli acidi II. $C_nH_{2n-2}O_2$
$C_nH_{2n-2}O_3$
$C_nH_{2n-2}O_4$
$C_nH_{2n-2}O_5$
$C_nH_{2n-2}O_6$
»
»
»

Al primo termine di questa serie generale corrisponde la serie omologa:

$C_3H_4O_2$ acido acrilico,
$C_4H_6O_2$ » crotonico,
$C_5H_8O_2$ » angelico;
ec.

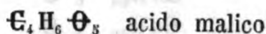
Al secondo termine corrispondono gli acidi:

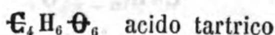
$C_2H_2O_3$ acido gliossilico
$C_3H_4O_3$ » piruvico,
»
»
»

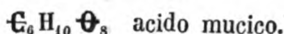
Al terzo termine corrispondono gli acidi:

$C_2H_2O_4$ acido ossalico,
$C_3H_4O_4$ » malonico,
$C_4H_6O_4$ » succinico;
ec.

Ai termini seguenti corrispondono:


$C_4 H_6 O_5$ acido malico


$C_4 H_6 O_6$ acido tartrico


$C_6 H_{10} O_8$ acido mucico.

Serie degli acidi III. $C_n H_{2n-4} O_2$


$C_n H_{2n-4} O_3$


$C_n H_{2n-4} O_4$

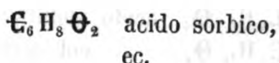

$C_n H_{2n-4} O_5$

»

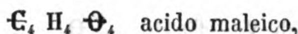
»

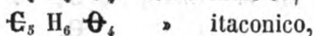
»

Al primo termine di questa serie fondamentale appartengono gli acidi:


$C_6 H_8 O_2$ acido sorbico,
ec.

Al secondo termine corrisponde la serie omologa:


$C_4 H_4 O_4$ acido maleico,


$C_5 H_6 O_4$ » itaconico,

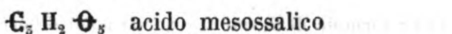

$C_6 H_8 O_4$ » ?

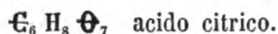

$C_7 H_{10} O_4$ » racemico, (1)


$C_{10} H_{16} O_4$ » canforico


$C_{20} H_{36} O_4$ » litofellico.

Ai termini seguenti appartengono:


$C_3 H_2 O_5$ acido mesossalico


$C_6 H_8 O_7$ acido citrico.

(1) L'acido racemico isomero coll'acido tartrico ($C_4 H_6 O_6$) appartiene invece al 5°. termine della serie II.

(Nota del Traduttore)

Serie degli acidi IV. $\text{Є}_n\text{H}_{2n-6}\Theta_2$
$\text{Є}_n\text{H}_{2n-6}\Theta_3$
$\text{Є}_n\text{H}_{2n-6}\Theta_4$
$\text{Є}_n\text{H}_{2n-6}\Theta_5$
»
»
»

Entrano in questa serie generale gli acidi:

$\text{Є}_6\text{H}_6\Theta_2$ acido ossifenico
$\text{Є}_8\text{H}_{10}\Theta_2$ » terebico (1)

$\text{Є}_5\text{H}_4\Theta_3$ acido piromucico
$\text{Є}_6\text{H}_6\Theta_3$ » pirogallico
$\text{Є}_7\text{H}_8\Theta_3$ » ipecaquanico
$\text{Є}_8\text{H}_{10}\Theta_3$ » ricinolico

$\text{Є}_4\text{H}_2\Theta_4$ acido mellitico
$\text{Є}_8\text{H}_{10}\Theta_4$ » colesterico

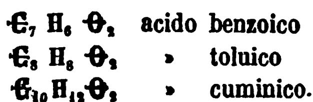
$\text{Є}_6\text{H}_6\Theta_6$ acido aconitico (2).

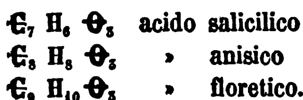
Serie degli acidi V. $\text{Є}_n\text{H}_{2n-8}\Theta_2$
$\text{Є}_n\text{H}_{2n-8}\Theta_3$
$\text{Є}_n\text{H}_{2n-8}\Theta_4$
$\text{Є}_n\text{H}_{2n-8}\Theta_5$
»
»
»

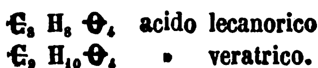
(1) Le formule di alcuni fra questi acidi differiscono da quelle adottate generalmente. Così p. e. l'acido terebico suol essere rappresentato dalla formula : $\text{Є}_7\text{H}_{10}\Theta_4$ (serie III.); e l'acido ricinolico dalla formula: $\text{Є}_{18}\text{H}_{34}\Theta_3$ (serie II.) *(Nota del Traduttore)*

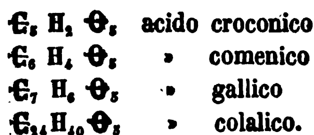
(2) L'acido aconitico tribasico $\left.\begin{array}{c}\text{Є}_6\text{H}_3\Theta_3\\ \text{H}_3\end{array}\right\}\Theta_3$ si può supporre derivato dall'alcole triatomico ancora ignoto $\left.\begin{array}{c}\overset{'''}{\text{Є}_6\text{H}_5}\\ \text{H}_3\end{array}\right\}\Theta_3$ appartenente alla serie generale alcoolica II.

Questa serie generale comprende gli acidi:

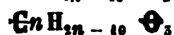
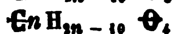

$C_7 H_6 O_2$ acido benzoico
$C_8 H_8 O_2$ » toluico
$C_{10} H_{12} O_2$ » cuminico.


$C_7 H_6 O_3$ acido salicilico
$C_8 H_8 O_3$ » anisico
$C_9 H_{10} O_3$ » floretico.


$C_8 H_8 O_4$ acido lecanorico
$C_9 H_{10} O_4$ » veratrico.


$C_5 H_2 O_5$ acido croconico
$C_6 H_4 O_5$ » comenico
$C_7 H_6 O_5$ » gallico
$C_{24} H_{40} O_5$ » colalico.

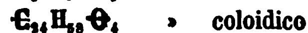

$C_8 H_8 O_6$ acido fenossacetico.

Serie degli acidi VI. $C_n H_{2n-10} O_2$

$C_n H_{2n-10} O_3$

$C_n H_{2n-10} O_4$

$C_n H_{2n-10} O_5$
»
»
»

Entrano in questa serie:


$C_9 H_8 O_3$ acido cumarico


$C_8 H_6 O_4$ acido ftalico

$C_{24} H_{38} O_4$ » coloidico

$C_{25} H_{40} O_4$ » iocolalico.


$C_7 H_4 O_7$ acido meconico.

Gli altri acidi conosciuti sono ancora in gran parte troppo slegati fra di loro perchè possa tornare utile il dare alle serie un' estensione maggiore. Le serie generali fin qui considerate si possono riassumere nella primitiva serie seguente:

$$C_nH_{2n}\ O_2{}^x$$
$$C_nH_{2n-2}\ O_2{}^x$$
$$C_nH_{2n-4}\ O_2{}^x$$
$$C_nH_{2n-6}\ O_2{}^x$$
$$C_nH_{2n-8}\ O_2{}^x$$
$$C_nH_{2n-10}\ O_2{}^x,$$

ove $O_2{}^x$ indica che per convertire una data formula primitiva in una serie generale, al simbolo dell' ossigeno O si devono aggiungere successivamente i numeri 2, 3, 4 . . . X.

Ogni serie fondamentale, come p. e. quella che deriva dalla formula primitiva $C_nH_{2n-2}O_2{}^x$:

$C_nH_{2n-2}\ O_2$ — $C_2H_2O_2$;	$C_3H_4O_2$;	$C_4H_6O_2$;...	
$C_nH_{2n-2}\ O_3$ — $C_2H_2O_3$;	$C_3H_4O_3$;	$C_4H_6O_3$;...	
$C_nH_{2n-2}\ O_4$ — $C_2H_2O_4$;	$C_3H_4O_4$;	$C_4H_6O_4$;...	
»	»	»	»
»	»	»	»
»	»	»	»

rappresenta una figura nella quale i termini che si trovano sulle linee orizzontali esprimono delle *serie omologhe*, e quelli che stanno sulle linee verticali rappresentano delle *serie d'ossidazione*, per cui la serie primitiva rappresenta una serie fatta a scacchi. A questo proposito sarebbe importante il comparare pure fra loro i termini che si trovano sopra una diagonale.



CONSIDERAZIONI SULLA COSTITUZIONE DEL FERRO, DELL'ACCIAJO E DELLA GHISA, ED APPLICAZIONE ALLA FABBRICAZIONE DELL'ACCIAJO E DELLA GHISA PER BOCCHE A FUOCO; ESPOSTE DAL TENENTE GENERALE D'ARTIGLIERIA BARONE SOBRERO.

(Estratto).

PRIMA PARTE.

Se sono incontestabili i rapidi e grandiosi progressi fatti negli anni addietro nella fabbricazione del ferro, acciajo e ferraccio necessarii più che mai alle arti di pace e di guerra, dobbiamo confessare altresì che particolarmente per i due ultimi, si è mirato più alla quantità che alla qualità, e che la scienza non vi ebbe quella influenza che meritamente si sarebbe potuto aspettare dallo slancio vivissimo dell'ingegno umano nelle scienze positive che caratterizza così eminentemente il nostro secolo, e di ciò par sia ragione principale, se non unica, il mancare di cognizioni esatte sulla costituzione dell'acciajo e del ferraccio.

Colpito da questa idea, un eminente scienziato francese volse, sul principio dell'anno corrente le sue ricerche sulla costituzione dell'acciajo principalmente, e credette rinvenirne nell'azoto l'elemento costitutivo indispensabile e sarebbe anzi suo avviso che non alle qualità del ferro, ma anzi alla sua purezza dovrebbesi badare, prima di sottoporlo all'operazione della cementazione.

D'altra parte il Generale d'artiglieria Barone Sobrero, il quale già occupossi da molto tempo addietro della stessa questione espone in un suo scritto idee, le quali sarebbero in perfetta opposizione a quelle che si leggono negli scritti del dotto francese. Noi esporremo in ristretto le ragioni su cui si fonda il nostro italiano, e le conseguenze che dedurrebbe dalle sue osservazioni e ragionamenti.

È noto che da più di tre secoli si coltivano nella Valle d'Aosta ottimi minerali (ferro ossidulato magnetico) coi quali si ot-

tiene ottimo ferro *duro e tenace*. Ma non si potè mai ottenere con quei minerali, acciajo naturale passabile, nè col ferro, acciajo di cementazione fuori di quel che fu tentato nel 1829 da un certo sig. Lauisier, il quale ottenne bensì qualche saggio paragonabile ai migliori acciai esteri, e fu perciò premiato perchè si voleva incoraggiare quell'industria; ma detti saggi non ebbero però verun seguito d'allora in poi, mentre nella stessa Val d'Aosta là dove all'ottimo minerale ossidulato anzidetto se ne può aggiungere di quello della miniera di Oyen (ferro spatico contenente manganese) si ottiene acciajo naturale d'una qualità passabile, il quale fu premiato in varie esposizioni d'industria dal 1832 in poi.

Il ferro suddetto, detto d'Aosta, ma non contenente manganese benchè ottimo in sè stesso, ha però l'inconveniente di non poter prendere una perfetta politura, poichè vi si vedono anche ad occhio nudo delle piccole lamelle di carbone: non si può ottenerne filo di ferro fino, e questo si distende facilmente bensì, ma rompe altresì più presto e sotto pesi minori di quello ottenuto con altro ferro benchè meno puro.

Questa poca attitudine del ferro d'Aosta (non contenente manganese) a somministrare filo di ferro dotato di conveniente resistenza ed elasticità, fu messa in chiaro più volte con esperienze comparative

1.° Da una commissione d'uffiziali d'artiglieria nel 1838, la quale avendo paragonato il filo di ferro ottenuto col minerale di S. Georger d'Heurthiem in Savoja (ferro spatico-manganesifero) con quello ottenuto coi minerali d'Aosta, (ma contenente una certa quantità di minerale spatico-manganesifero di S. Oyen), e con altro ottenuto col solo minerale d'Aosta, senz'altra addizione, riconobbe essere migliore di tutti quel di Savoja. Veniva dopo quello ottenuto dal minerale ossidulato d'Aosta con aggiunta del minerale spatico di S. Oyen, e l'ultimo quello ottenuto col solo minerale ossidulato, ove si vede l'influenza del manganese.

2°. Da una commissione d'uffiziali delle miniere, (sig. Ispettore Despine ed Ingegneri Meotta e Melchioni), li quali confermati i surriferiti risultati, e cercandone la ragione, senza entrare in questione sul manganese, riscontrarono però la prefe-

renza ottenuta dal filo di ferro di Savoja doversi anche attribuire al suo minerale.

3°. Da un ultimo lavoro dell'egregio Professor Giulio dell'Accademia delle scienze nell'anno 1841 nel quale prese a paragonare il filo di ferro della Valle d'Aosta, con quello di Bienne in Svizzera, ed ottenne:

1°. Che la resistenza alla rottura del nostro filo di ferro d'Aosta, sta a quella del filo di ferro di Bienne come 55.4:73, o come 3:3,95.

2°. Che la resistenza all'allungamento delli stessi fili di ferro starebbe come i numeri 1,51 per quelli d'Aosta, ed 1,70 per quelli di Bienne, cioè come i numeri 8 e 9.

3°. Che i fili di ferro d'Aosta s'allungano di 5 millesimi della lunghezza primitiva prima di rompersi e quelli di Bienne di 6.

4°. Finalmente che i coefficienti d'elasticità dei detti fili di ferro, (n. 10 e 12) sarebbero in media 14,916 per quelli d'Aosta, e 17,053 per quelli di Bienne.

Ai risultati suenunciati aggiungerò ancora brevemente i seguenti:

1°. Ognun sa che si è coll'eccellente ferro di Dannemora che è in Svezia esclusivamente che l'Inghilterra fabbrica il suo acciajo di cementazione e con questo quell'acciajo fuso per cui tutta l'Europa le è tributaria. E qui si osservi: 1. che il ferro di Dannemora non differisce dal nostro d'Aosta che per il manganese che quello contiene e non il nostro d'Aosta: 2. che quantunque il ferro di Dannemora contenga il manganese e con esso l'acciajo di cementazione che se ne ottiene, tuttavia è notorio che gl'inglesi aggiungono costantemente dell'ossido di manganese nei crogiuoli quando preparano il loro acciajo fuso.

2°. Ho riferito come sia provata la superiorità (in duttilità, tenacità ed elasticità) del filo di ferro di Savoja ottenuto coi minerali manganesiferi di S. Georgen d'Heurthiem sopra quello ottenuto in val d'Aosta con minerali non manganesiferi; farò ancora osservare, che la ghisa colla quale fabbricasi in Savoja il filo di ferro suddetto è bianca, e riconosciuta favorevolissima alla fabbricazioue dell'acciaio. Essa è infatti quasi tutta esportata nei dipartimenti confinanti della Francia, dove è

convertita in acciaio, il quale gode di una conveniente riputazione.

3°. Tutti sanno quanta riputazione godessero nel medio evo e dopo, le armi e le armature dette di Milano, le quali fabbricavansi a *Brescia* coi minerali spatici manganesiferi di Brescia e Bergamo, ed anche fino al principio del secolo presente la fabbrica d'armi di Brescia conservò l'ottima sua riputazione; però sotto la dominazione Austriaca cessò quasi affatto la fabbricazione delle armi per diffidenza di quel governo, e non vi si fondevano che projettili la cui ghisa, sommamente elastica, presentava un grano fino bigio-bianco, quasi come acciajo greggio.

4°. Non parlerò delle armi di Toledo in Spagna di notoria bontà, le quali sono formate con minerale spatico, ed ematite nera, l'uno e l'altra manganesiferi, nè della gran quantità di fucine alla Catalana ai piedi dei Pirenei nelle quali ottiensi così facilmente acciajo naturale coll'ematite nera. Io potrei citare tanti altri fatti d'acciajo ottenuti senz'altro con minerali simili agli anzidetti. Ma non posso passar sotto silenzio anzi riferire con molta soddisfazione come da alcuni anni a questa parte, pratichisi nell'industria del ferro quanto io cercai indarno d'introdurre fino dal 1834; di introdurre cioè delle materie manganesifere od altre equivalenti sulla affinazione della ghisa, sia che vogliasi aver per prodotto definitivo il ferro, sia l'acciajo.

Ed è questo un punto sul quale mi riservo di ritornare a suo tempo, cioè che: *Il buon ferro, il ferro ben omogeneo, se non è ancora acciajo perfetto in quanto non contiene ancora bastante quantità di carbonio combinato per appartenere alla detta categoria in modo assoluto; puossi tuttavia considerare e si comporta in fatti come acciajo dolce, proprietà che deve anch'esso alla presenza d'un corpo che si oppone alla separazione del ferro e del carbone, e questo corpo pare evidente che l'industria stessa credè rinvenirlo pel passato nell'ossido di manganese, e da qualche tempo a questa parte anche negli ossidi di titanio e di tungstenio.*

Tale era la mia idea già nel 1832 e fui dolente di non aver potuto ottenere sperienze sintetiche in grande quando le invocai nel 1835 e nel 1855, ed i fatti surriferiti, e fra gli al-

tri quello testè accennato adottato dall'industria privata, la quale certamente non persevererebbe in quelle pratiche che non la conducessero a buon fine, fanno sì che per me quello che era prima semplice induzione ed ipotesi ora lo considero come un fatto, cioè: *che senza l'intervento degli ossidi di manganese o titanio o tungstenio, non si può avere buon acciajo nè naturale o di fucina, nè di cementazione* (1).

Ammessa però l'influenza anzi accennata degli ossidi di manganese o di tungstenio o titanio, conviene investigare come questa possa aver luogo, ed ecco come mi lusingo d'averne trovato il modo.

È noto agli artiglieri che la miglior ghisa per bocche a fuoco, è quella che dicesi *maculata* o *gocciolata*, e tale è la ghisa delle bocche a fuoco in Svezia. È noto altresì ai mineralogisti che il minerale impiegato in Svezia per le bocche a fuoco è il ferro ossidulato magnetico (ferroso-ferrico) identico con quello che si fonde in Val d'Aosta. Ma questo non produce che ghisa bigia, con buon andamento del forno. Donde procede dunque questa differenza? L'azzardo da una parte, e l'abitudine dall'altra di voler cercare il perchè delle cose che mi passano sotto gli occhi mi posero sulla strada di spiegarmi il perchè con minerali creduti identici per tanto tempo, così differenti ne fossero i prodotti. Trovandomi in Svezia d'ordine del Governo nel 1839, per commissioni relative all'artiglieria, trovai prima, sublimazione notabile di zinco tutto all'intorno d'un forno in riparazione, e trovai poscia il metallo stesso nella ghisa, e finalmente in uno dei 5 minerali che si impiegano cumulativamente in quelle fonderie in proporzioni fisse e dettate non da altro che dalla pura esperienza. Arrivato a quel punto dovetti convincermi, che allo zinco solo dovevansi le parti bianche di quelle ghise: e dico solo di passaggio che senza saperne il perchè, l'esperienza dimostrò a quei fonditori la convenienza di certe pratiche che direbbonsi fatte a bella posta per conservare parte dello zinco in quelle ghise, quali sono quelle di non polveriz-

(1) Sarei perfino portato a non eccettuare nemmeno l'acciajo Wood, nel quale però parrebbe che l'allumina prendesse il luogo degli ossidi di manganese, titanio o tungstenio.

zare il minerale, ma conservare ai fragmenti il volume di 2 a 4 centimetri circa: di arrostirlo leggiermente, e non impiegar l'aria molto calda, (solo dai 60 alli 80°).

Visto dunque tale essere l'effetto dello zinco nelle ghise, quello cioè di renderle bianche, resta a vedere come questo effetto si produca: ed ecco come parmi debba essere la cosa:

La ghisa, a parte qualche corpo estraneo che possa trovarvisi accidentalmente, consta di ferro e carbonio. Ma il ferro ed il carbonio hanno proprietà così inerti ed indifferenti, che quantunque in stato di combinazione nella ghisa liquida, devono tendere alla separazione tosto che col raffreddamento la forza dissolvente del ferro diminuisce, se niente viene ad intorbidarne il riposo. Il carbonio deve radunarsi in pagliuole (grafite) e la ghisa apparire più o meno bigia a seconda della più grande o minor quantità di carbonio che potè separarsi: ma se per qualsiasi motivo viene ad intorbidarsi il riposo della massa, o questa raffreddarsi e consolidarsi prontamente, allora il carbonio non ha più possibilità di separarsi, rimane perciò in combinazione, ed allora la ghisa resta bianca. Ora tale è il caso della ghisa contenente zinco, poichè tendendo questo a volatilizzarsi produce necessariamente il movimento moleculare nella massa per cui il carbonio ed il ferro non possono separarsi, e la ghisa resta bianca.

Passiamo ora alle ghise manganesifere. È di fatto che queste sono sempre bianche, benchè raffreddate lentamente, mentre le ghise, prodotte da minerali non manganesiferi, si mostrano sempre bigie, se la condotta del ferro è lodevole e lento il raffreddamento. Ora, se effetti identici devono derivare da cause identiche, dobbiamo vedere anche nelle ghise manganesifere quel movimento di massa che abbiamo veduto nella ghisa contenente il metallo volatile *zinco* e questo movimento molecolare parmi poter spiegare nel modo seguente:

L'ossido di manganese riducesi bensì, ed assai facilmente allo stato di protossido. Ma ridotto a questo stato ritiene il rimanente ossigeno con grandissima tenacità. E d'altra parte anche il carbonio ha grandissima avidità per l'ossigeno. Noi abbiamo quindi nelle ghise manganesifere due corpi aventi l'uno e l'altro forte affinità per l'ossigeno, e queste affinità variano

colla temperatura senza che mai l'una possa soverchiare l'altra in modo esclusivo (1). Ed ecco quindi, se così posso esprimermi, un equilibrio instabile tra il manganese ed il carbonio in faccia all'ossigeno. Ed a questo *equilibrio instabile* penso possa attribuirsi il movimento molecolare nelle ghise manganesifere; il quale opponendosi alla separazione del ferro e del carbonio le costituisce in stato di ghise bianche, indizio della intima combinazione dei due elementi ferro e carbonio.

Non v'ha ferro o ghisa bigia che non contenga una certa quantità di carbonio combinato.

Quanto dissi della ghisa bianca manganesifera, deve dirsi altresì dell'acciajo che sia temprato o no, come quanto dissi della ghisa bigia deve dirsi altresì del ferro. L'una e l'altro contengono carbonio allo stato di pagliuole più o meno visibili (grafite) (2). Debbo però osservare quanto al ferro ed alla ghisa bigia, che se la quantità di carbonio separato supera quella del carbonio combinato, quest'ultimo esiste tuttavia quantunque in piccola quantità e nel ferro e nella ghisa bigia, e buon per noi, perchè altrimenti nè l'una nè l'altro varrebbero agli usi cui sono destinati. Sanno in fatti i chimici che il ferro chimicamente puro non ha nè durezza, nè duttilità, nè tenacità, nè elasticità essendo presso che così molle come il piombo, e per conseguenza anche la ghisa che non contenesse carbonio che allo stato di grafite, presenterebbe gli stessi inconvenienti, poichè il carbonio isolato non potrebbe neutralizzare e correggere gli inconvenienti inerenti al ferro puro.

(1) Sembra tuttavia che alla più alta temperatura l'affinità del carbonio per l'ossigeno accresca grandemente la sua preponderanza, se si riflette alle piccole cavità orbicolari che si osservano nell'acciajo fuso quando si versa troppo caldo nelle lingottiere, cavità che non saprebbersi attribuire ad altra causa che all'acido carbonico, che non ebbe tempo di scomporsi di bel nuovo, come l'avrebbe fatto con raffreddamento meno pronto.

(2) Vedasi per il ferro, quanto dissi in principio circa i difetti del ferro d'Aosta.

Influenza dello zolfo e dello arsenico sulle ghise.

Mi resta ancora a dire qual sia l' effetto dello zolfo e dell' arsenico, giacchè non è raro che questi corpi trovinsi nelle ghise, provenienti da minerali sulfurei od arsenicali, prima riguardo allo zolfo. Essendo il solfato di ferro facilissimo a scomporsi da sè stesso ad alta temperatura in acido solforoso e perossido di ferro od in solfuro in contatto d' un corpo combustibile, non è da supporsi che lo zolfo trovisi nelle ghise altrimenti che allo stato di solfureo, corpo fisso a qualunque temperatura fuori del contatto dell' aria; trovandosi perciò in tale stato nelle ghise non può sbianchirle (1). Non così dell' arsenico, corpo volatile come lo zinco: e perciò esso come lo zinco deve rendere bianche le ghise che lo contengono. Vedasi nell' Hervey, *Matiére à canon*, come si conduca l' arsenico nelle ghise e nelle leghe. Queste sono sempre omogenee precisamente pel movimento che produce l' arsenico nell' evaporarsi.

Ho esposto in ristretti termini quale era e quale è il mio modo di pensare circa l' influenza sulla ghisa e sull' acciajo che esercitano gli ossidi di manganese, titanio e tungstenio. Se le mie idee otterranno l' approvazione dei dotti, degli artisti e degli artiglieri ai quali specialmente è indirizzato questo scritto, non dubito che l' industria batterà d' ora in poi con piè più franco la strada nella quale si è inoltrata condottavi più dal caso che da cognizioni positive, e gli ultimi troveranno modo di migliorare le loro bocche a fuoco facendo tacere l' adagio attuale. *Il ferro, è vero, costa assai meno che il bronzo; ma tuttavia le bocche a fuoco in ferro finiscono per costarci assai più che quelle in bronzo*: ciò che mi riservo di dimostrare con una seconda Memoria.

Conchiuderò finalmente parermi potersi stabilire teoricamente e praticamente in seguito al sovraesposto i seguenti punti, i quali mi serviranno di base dell' ulteriore mio ragionamento:

1°. Ogni ghisa, nella quale per la qualità degli elementi

(1) Ne sono prova, tra le altre, le ghise inglesi bigie o soventi anche nere, benchè contengano per lo più notevoli quantità di zolfo.

che la costituiscono, non può prodursi movimento molecolare nella sua massa, sarà bigia o nera a seconda della quantità del carbonio che contiene, potendovisi separare il carbonio dal ferro (tale è il caso della ghisa proveniente dai minerali puri, di ossido o protossido di ferro).

2°. Ogni ghisa nella quale per la qualità degli elementi che la compongono puossi produrre movimento molecolare nella sua massa, sarà bianca anche raffreddata lentamente. Cioè il suo carbonio rimarrà in combinazione col ferro.

3°. La presenza del manganese, del titanio e del tungstenio basta per sbianchire la ghisa, malgrado lento raffreddamento, e la ghisa che trovasi in tal caso è dura, elastica e resistente, e suscettibile di dare coll'affinamento ottimo ferro, suscettibile a suo turno di dare eccellente acciajo naturale e meglio ancora di cementazione.

4°. Il movimento molecolare che credo debbasi ammettere nelle ghise a manganese, titanio o tungstenio, è dovuto allo *equilibrio instabile* prodotto dall'affinità del carbonio e del metallo per l'ossigeno; affinità la di cui preponderanza in favore del carbonio, o del metallo varia colla temperatura senza essere mai assoluta ed esclusiva.

5°. L'arsenico e lo zinco rendono anche la ghisa bianca, ma pel solo movimento fisico che essi producono nella massa colla loro tendenza a volatilizzarsi.

6°. Il ferro che non contenga menomamente gli ossidi sovraindicati, potrà bensì mercè d'una buona cementazione assorbire più o meno di carbonio, combinarvisi e costituirsi in acciajo e prendere anche la tempera; ma quest'acciajo sarà solo transitorio non essendo capace di subire varii riscaldamenti (chaudes) senza abbruciarsi e perdere la sua qualità di acciajo, mentre a circostanze uguali il ferro che conterrà i suddetti ossidi darà eccellente acciajo duttile, malleabile, duro, elastico e resistente e suscettibile di conservare le sue proprietà anche esposto ripetute volte al fuoco, se convenientemente maneggiato.

N. 1. Parlando di minerali che danno ghisa bigia e non producono ferro idoneo a ridursi in acciajo, mi sono ristretto

a quelli detti della Val d'Aosta perchè questi godono della più alta riputazione da tempo immemoriale, ed erano anzi tenuti per identici a quelli della famosa miniera di Dannemora in Svezia. Ma avrei potuto citarne tanti altri, così quello d'Elba (ferro ossidato) che trovasi nello stesso caso, e si fu per brevità che mi ristetti a quello d'Aosta.

N. 2. Non deve confondersi la ghisa bianca, la quale ottiensi coi minerali a ciò adatti con andamento regolare del forno e malgrado lento raffreddamento, con quella, anche bianca che ottiensi con pronto raffreddamento da quella che altrimenti sarebbe bigia; nè con quella anche bianca che si potrebbe ottenere con cattivo andamento del forno anche con minerali che altrimenti darebbero ghisa bigia. La prima è a grano bigio-bianco eguale (come ho notato parlando dei minerali di Brescia); non è troppo dura, si lascia lavorare, è elastica e resistente. La seconda è cristallizzata, dura, tagliente e fragile, e può ricomparire bigia, se la qualità dei minerali dai quali essa deriva lo permette, solo che si rifonda e si sottoponga a lento raffreddamento. La terza è di cattiva qualità, perde assai più delle altre all'affinamento. Mostrasi bianchiccia bensì, ma non d'un color deciso, direi piuttosto mostra un color bianco terno. È il prodotto di minerale non purgato o per sopracarica di minerale, o di forno troppo caldo.



ESPERIENZE E STUDI SULLE FUNZIONI DELLA MILZA; DEL PROF. C. MAGGIORANI.

(*Atti dei Nuovi Lincei*, Dicembre 1860).

Un fisiologo del nuovo mondo, il Dott. Jones, nel vasto lavoro testè inserito nelle *contribuzioni smitsoniane al sapere*, lamenta apertamente la nostra ignoranza sulla vera funzione

della milza e, rifiutate alcune delle vigenti opinioni a tal riguardo, contende non altro sapersene con piena certezza se non questo; non esser cioè quel viscere necessario al mantenimento della vita. La qual sentenza potrà per avventura sembrar troppo severa se non anche ingiusta a chiunque consideri i molti studii intrapresi in questi ultimi tempi al fine di mettere in chiaro le attenenze della milza colla elaborazione del sangue, e colle vicende delle organiche trasformazioni. Intanto dee confessarsi che le lagnanze del Fisiologo Americano non sono prive di ogni fondamento, in quanto che se si chiegga il modo preciso, onde la milza concorre alla sanguificazione; se si esiga un limpido ragguaglio dell' artificio, con cui questo viscere contribuisce alle metamorfosi della materia organica, le risposte non sarebbero pienamente conformi e soddisfacenti. Possediamo adunque moltissimi dati per concludere che la milza serva alla formazione del sangue e alle sue trasformazioni; ma ci rimangono ascosi gl'intimi processi, e i modi speciali di simiglianti funzioni. Disceso altra volta in questo aringo, e desideroso di aggiungere ora qualche notizia, che agevoli la strada allo scuoprimento di tali modalità, ho intraprese alcune ricerche, di cui presento oggi all' Accademia i risultamenti.

Un primo genere d' investigazioni è stato instituito colla milza morta, e fu diretto a conoscere la virtù fermentativa della medesima, colla fiducia di poterne arguire una eguale, se non anche maggiore nello stato di vita.

La formazione dell' acido lattico nello zucchero messo a contatto di sostanze azotate è un fatto già registrato negli archivi della scienza, ma non vi è detto che la milza possiede questa forza fermentativa ad un grado più elevato degli altri tessuti organici. Merita adunque di sapersi che immergendo porzioni eguali di fegato, di fibra muscolare, di membrane e di milza dello stesso animale in eguali quantità di acqua zuccherata la fermentazione lattica e poi la butirrica si iniziano e si compiono nel vase ove è riposta la milza con una celerità, ed intensità assai maggiore che non avvenga negli altri. Il criterio dedotto dalla più gran prontezza onde manifestasi l' acida reazione nel liquido potrebbe sembrar sospetto, in quanto che la milza offre già di sua natura i segni dell' acidità contenendo acido lat-

tico, ma esso acquisterà peso ove risappiasi che bricioli di milza stati già infusi nell'acqua zuccherata, e che ne erano stati rimossi dopo assoluta la fermentazione, lavati più volte coll'etere, ed immersi nuovamente nel liquor saccarino tornano in brevissimo tempo ad offrire la reazione acida; cioè a dar segni di novella fermentazione. Nella milza di vitello, di capretto, di agnello, di coniglio dopo 7 o 8 giorni in una stufa alla temperatura di 20° del centig. manifestasi la fermentazione alcoolica. Un grato odore di vino esala dal vase in cui si attua, e la parte del vase non occupata dal liquido saccarico riempiesi dei noti moscherini soliti a vedersi nei tinelli ove si pigian le uve e fermentane il succo. Questa maniera di fermentazione non occorre nei vasi ove sono immerse altre sostanze organiche. Vi è adunque nella polpa splenica una speciale virtù fermentativa capace di operare trasformazioni più estese che nol facciano altre sostanze azotate. La maggior prontezza con cui suol putrefarsi la milza abbandonata all'aria, o immersa nell'acqua accenna pure alla grande mobilità de'suoi principii costitutivi.

L'acqua satura di zucchero, in cui infondasi una certa quantità di milza di bove, o di qualunque altro animale non solo va soggetta alla fermentazione lattica assai più rapidamente che non soglia con qualsiasi sostanza azotata, come più volte ho verificato, ma trascorse cinque o sei settimane, perdutavi quasi ogni traccia dèlle proprietà fisiche dello zucchero, offresi untuosa al tatto, continua a reagire acidissima, imbratta e rende igrometrica la carta che si usi a filtrarla. L'esperienza insegna pure che avvien lo stesso se la milza da cimentarsi sia preventivamente trattata coll'alcool, o coll'etere a modo di spogliarla del grasso che contiene naturalmente. Anche in questo caso la milza comunica all'acqua zuccherata le stesse apparenze che accennano alla esistenza di materia grassa, e grasso vi si dimostra realmente scuotendo il liquido fermentato coll'etere, e sottoponendo questa alla evaporazione. Non avviene lo stesso se invece di acqua zuccherata si adoperi una decozione di amido, o una soluzione di destrina: la milza prende allora un color verdognolo, il liquido inacidisce, e presto si putrefà spandendo un puzzo insopportabile. Tali esperimenti hanno un significato, ma sono lungi dall'autorizzarne ad una conclusione definitiva.

Ed infatti la untuosità del liquido può avere altra origine, e l'esaurimento coll'etere può essere stato imperfetto, in modo da lasciare insoluta qualche porzione di grasso, liberata poi e messa a nudo nel processo fermentativo. Bisognava adunque instituire una esperienza quantitativa e comparativa. Il Professore di chimica sig. Dott. F. Ratti associatosi a questa ricerca ebbe la cortesia di consigliarla e dirigerla. Eccola:

Di parti eguali di milza bovina, ambedue del peso di tre oncie, l'una fu fatta a pezzi, e disseccata sopra una lastra di vetro, l'altra fu immersa in un vase di cristallo quasi del tutto ripieno di acqua satura di zucchero, che fu poi chiuso a smeriglio. Dopo quaranta giorni questo liquido offriva una reazione acidissima, e spirava un odore animale sui generis. La porzion di milza disseccata fu trattata coll'etere, e mercè la evaporazione, se n'ebbero 45 grani di parte grassa di un colore giallognolo. Il liquido zuccherino fu concentrato con lenta evaporazione, e quindi, trattato anch'esso coll'etere, se ne ottennero 56 grani di materia grassa di una tinta più carica. La sostanza residuale presentava l'apparenza di una melma nerastra, e facendo di nuovo agir l'etere su qualche porzioncella di essa se ne ottennero nuove tracce di materia grassa. I frammenti di milza disseccati ed esauriti coll'etere furono infusi nuovamente in questo liquido per altri quaranta giorni, senza che se ne ottenesse altro grasso. Allora si fecero asciugare e furono immersi in altra acqua zuccherata, in cui dopo lo stesso intervallo di tempo si ebbero i caratteri di piena fermentazione. Il liquido però di acida reazione, quantunque si mostrasse untuosissimo al tatto non cedè all'etere quantità apprezzabil di grasso. Poteva sollevarsi qualche dubbio se il maggior peso della materia lasciata dall'evaporazione dell'etere, con cui era stata trattata la soluzione saccarina fermentatata colla milza non derivasse da ciò che l'etere sciogliesse un poco dello zucchero modificato dal processo fermentativo, ma esperienze dirette mi dimostrarono che l'etere non iscioglie punto di zucchero, nemmeno dopo aver fermentato.

L'acqua zuccherata che abbia fermentato per opera della milza contiene anche tracce apprezzabili di gelatina. Ed in fatti quel liquido riscaldato che sia rapprendesi poi col raffredda-

mento a modo appunto di gelatina, ed offre un precipitato col tannino. È degno pure di osservazione come l'infuso zuccherato, su cui agì la milza mostrisi al microscopio gremito di cellule di varia forma e grandezza, le quali non possono attribuirsi a disfacimento del tessuto splenico, osservandosi anche allora che questo fosse stato involto ad arte in sottili membrane.

Adunque l'esperienza insegna come la milza a mo' di fermento susciti in un idrato di carbonio non solo mutazioni notevoli nella proporzione dei suoi elementi in guisa da convertirlo in grasso, ma valga anche a ricavarne un materiale azotato, quale appunto è la gelatina. Ma queste formazioni e trasformazioni che accadono *in vitro*, avverranno poi elleno tali e quali nel regno della vita? Abbracciando anche la ingegnosa teoria del Bizio, che attribuisce alla fermentazione origine dinamica, riducendola a puro moto vibratorio delle molecole, chi ne assicura che le particelle della milza viva vibrino al modo istesso che dopo la morte? Le seguenti riflessioni sono dirette a mostrare quanto sia verisimile che la milza vivente formi grasso, e lo sdoppi, e produca materiali azotati da quelli che non lo erano.

Egli è indubitato che le materie grasse degli alimenti costituiscano l'origine principale dell'adipe animale. Nondimeno esperienze comparative istituite colla maggior diligenza su di animali che allattavano, e sopra altri che erano morti in seguito dell'ingrassamento, o finalmente sopra api nutrite esclusivamente di zucchero, hanno dimostrato che l'organismo animale, non altrimenti che il vegetale è capace di produrre il grasso. Essendo stati riconosciuti dei casi, nei quali il corpo racchiuda realmente una quantità di grasso maggiore di quella che si contiene negli alimenti ingeriti, bisogna concluderne che l'organismo possiede la facoltà di trasformare in materia grassa sia gl'idrati di carbonio, sia le sostanze albuminoidi. Intanto nello stato presente della scienza non si conosce con qual reazione, o per quale equazione chimica il grasso derivi dalle sostanze predette. Ignorasi adunque non solo su quali punti abbia origine il grasso, ma eziandio se la economia usi della sua facoltà di generarlo anche quando gli alimenti ne contengono una quantità sufficiente ». Così Lehmann, e così altri scrittori di chi-

mica fisiologica, i quali parimente ammettono la formazione della materia grassa nell' organismo animale vivente, ma non dichiarano quale ne sia l' artificio, e quale l' organo in cui compiasi tale operazione. La milza sembra uno dei visceri destinati a tale officio.

Il primo e veemente indizio di adipogenesi splenica si ricava dalla insigne quantità di materia grassa che si rinviene nella milza, siccome apparisce dalle analisi chimiche, e dalle ricerche microscopiche istituite su questo viscere. Ora il sangue dell' arteria splenica non contiene sì gran proporzione di grasso. Il sangue ha piuttosto materie grasse saponificate e disciolte che grasso libero. Gli è solo dopo un pasto assai ricco di pingui alimenti che il siero si offre lattiginoso; ovvero esso è tale nei beoni, e in condizioni di malattia, come nella cirrosi del fegato, nella infiammazione di questo viscere, nella itterizia, nell' asfisia. Se adunque nello stato di salute il sangue contiene pochissimo di grasso libero, e molto ne contiene la milza è credibile che essa ne sia una officina.

Oltre la quantità notabile di grasso che nelle cellule o fuori di esse si trova deposta nella milza allo stato sano, questo viscere offre all' analisi parecchi acidi grassi: l' acetico, il formico, il butirico, il lattico: che fanno pure testimonianza di una copiosa sorgente di materie grasse. Non diremo dei cristalli di stearina, e delle tavolette di colesterina trovate nella milza di feti di vacche, ed anche nella nostra specie, perchè meno frequenti a verificarsi.

Un altro indizio di adipogenesi splenica si deduce dalla natura delle condizioni patologiche scoperte in esso viscere. Quelle milze così dette cerose nelle quali i follicoli di Malpighi sono colti da una degenerazione adiposa suggeriscono la idea di un lavorio di materia grassa sospeso e modificato dallo stato morboso.

Accenna pure a formazione di grasso la copia innumerevole di cellule che rinvengonsi nella milza così racchiuse entro i corpuscoli di Malpighi, come sparse nella polpa splenica. Ora sappiamo che non si ordisce cellula senza grasso, giacchè la parete cellulare è determinata da una sostanza adiposa, che si costituisce qual centro di formazione. La presenza di materie

grasse nell'uovo, nel pus, in tutti gli essudati plastici, in tutti gli organi ricchi in tessuti cellulare indica chiaramente che esse intervengono nella formazione delle cellule. Non si è almeno osservato finora alcuna cellula animale, alcun centro di formazione cellulare, che non contenesse quantità sensibili di grasso.

Se formasi grasso nella milza la sua più probabile origine sarà per trasformazione di un idrato di carbonio. Or noi troviamo che lo zucchero (glucoso) è un principio costante del sangue, e che intanto quello della vena porta ove confluisce la splenica, o non ne contiene affatto, o appena ve ne ha qualche traccia. Vi ha dunque zucchero nel sangue dell'arteria splenica, non ve ne ha, o ve ne ha meno nella vena. Che avvenne di questo materiale?

Ingente è la copia di materia zuccherina che i mammiferi assumono col latte nel primo periodo della vita, ingente è pur quella che le altre classi di animali ingeriscono cogli alimenti. Sostenere con Liebig che tutta questa materia non abbia altro destino che di essere bruciata immediatamente nel processo respiratorio è tale ipotesi che non ispiega lodevolmente ogni fatto, e che mal si accorda colla ragione fisiologica. Per ammettere con Mialhe che il glucoso e suoi congeneri si decompongono, si ossidano e divengono alimenti respiratorii per l'intervento degli alcali del sangue converrebbe rifiutare gli opposti risultamenti ottenuti da Poggiale con accurate ricerche, e con esperienze istituite sugli animali. La trasformazione lattica dello zucchero insegnata da Pary può essere suggerita dalla presenza dell'acido lattico nel succo gastrico e nei muscoli, ma è ancora lungi dall'essere dimostrata direttamente. Che avviene adunque di tanto zucchero? in qual modo scomparisce dal corpo? La chimica fisiologica non saprebbe trovare miglior soluzione al quesito che ammettendo una trasformazione organica dello zucchero in grasso. Imperocchè, ove poche sono le attenenze dello zucchero colla economia animale, molteplici ed importanti sono gli usi della materia grassa; e non fosse altro che il far parte della sostanza nervosa doveva impegnar la natura ad assicurare i mezzi della sua formazione nel laboratorio organico, senza aspettarne unicamente il provento dagli alimenti che ne contengono. È degno intanto di osservazione come l'empirismo an-

noveri lo zucchero fra i cibi ingrassanti. Infatti i negri delle Indie Occidentali acquistano un' enorme grassezza col bere il succo delle canne, e fu già notato da Galeno, come i vignaioli ingrassassero vivendo di uva, e di fichi. La dieta dei corpulenti Bramini consiste in latte, zucchero e confetture.

È degno anche di osservazione come l' analisi abbia rinvenuto nella polpa splenica l' acido formico, la cui presenza sembra avere qualche rapporto colle trasformazioni dello zucchero. Ed infatti il solo caso in cui quest' acido è stato scoperto nel sangue verificavasi dopo l' uso prolungato di sostanze zuccherine.

Un altro segno della trasformazione dello zucchero nel viscere splenico si trae da ciò che ove questo materiale organico sia chiamato altrove per bisogno fisiologico, o quando per condizione morbosa della economia ne venga escreta dal corpo insolita copia, la milza dà spesso prove di mutata maniera di essere, o di stato patologico. Il primo fatto ci si palesa nella gravidanza, in cui il glucoso del sangue dovendo rivolgersi alle glandule mammarie per la confezione del latte, il viscere splenico esprime il mutamento della sua funzione con incomodi segni. Sono note le molestie che le incinte accusano al sinistro ipocondrio; manifesto indizio del cambiato tenore nella vita della milza. Col qual cambiamento si accordano a quella specie di clorosi, che non di rado accompagna il primo periodo della gestazione, e la diminuita quantità dei globuli sanguigni nella donna gravida, e l' insorger talora della diatesi sierosa; onde Hoffmann ebbe a dire che « *tempore gestationis colluvies humorum serosorum increscit* ».

Un esempio del secondo fatto si ha nel diabete: perocchè se questa malattia fu veduta da Sydenham, da Saduvages, da Cullen succedere alle ostinate febbri intermittenti nelle quali è sempre in colpa la milza; se nel corso di esse febbri miasmatiche Burzel rinvenne zucchero nelle orine; se Licanù trovò calloso il ridetto viscere nel cadavere di un diabetico, se Malpighi aveva già osservato a suscitarsi negli animali una maniera di diabete per legatura dei vasi splenici non potrebbe dissimularsi una certa relazione fra i turbamenti della milza, e la esistenza nell' organismo di una copia insolita di zucchero non trasfor-

mato, come se tale trasformazione si operasse in parte per virtù del fermento splenico. Aggiungasi che per sentenza di Lehmann il glucoso presso i diabetici si rinviene nelle sierosità nella saliva, nelle materie vomitate, negli escrementi, e talvolta anche nel sudore, ma non se ne trova mai nella milza.

La relazione di causa ad effetto fra l' interrompimento della funzione splenica e il diabete si rende più palese perciò che in questa malattia diminuisce il numero dei corpuscoli del sangue, e viene grandemente modificata la bile per difetto di acidi grassi, siccome appunto avviene nelle altre più manifeste condizioni morbose della milza. Nelle quali poi se non si è sempre verificata una certa copia di zucchero non trasformato negli umori secreti, trasudati o essudati, non per ciò potrebbe negarsene la esistenza. Imperocchè al vocabolo di diabete non vorremmo qui annettere unicamente il significato clinico di glucosuria, ma piuttosto il concetto chimico di arresto nella trasformazione organica, con prevalenza di glucoso immutato in un umore o nell' altro.

La economia animale ci offre altri esempi della metamorfosi dello zucchero in grasso. Così il timo che nella prima infanzia abbonda di albumina e di zucchero, più tardi offre glutine, acido lattico e grasso (Friedleber). Così la materia glicogene delle placche amniotiche alla nascita del feto si trova trasformata in grasso (Bernard). Così nei cani privati di vita coll' astinenza dal cibo, il fegato non dà più segni di contenere materia glicogene, ed offre invece una quantità innumerevole di gocciole d' olio (Jones).

Le notizie inoltre raccolte intorno l' ingrassamento degli animali hanno provato come i soli idrati di carbonio non bastino alla formazione del grasso, ma debbano concorrervi e qualche materiale albuminoide, e i sali, e una piccola quantità di grasso procedente dall' assorbimento. Queste condizioni si verificano tutte nel succo splenico. Quanto all' ultima sono note le osservazioni da cui risulta che le materie grasse alimentari sono recate in maggior copia alla milza (Donné).

Se adunque lo zucchero è apprestato dal cibo in maggior copia che non serva a giustificare la ipotesi della sua combustione; se il grasso introdotto cogli alimenti non è pari alla

copia che se ne rinviene nell'organismo, sicchè debba ammettersene la neogenesi; se nella milza è stato sorpreso talvolta lo zucchero in maggior quantità che non soglia trovarsi nel sangue; se in questo viscere esiste materia grassa più, e in diversa forma che non se ne contenga nel sangue; se nella milza abbonda l' acido lattico, noto prodotto della fermentazione zuccherina, e se vi s' incontrano parimenti acido formico, e acido butirrico, che riconoscono la stessa origine; se le condizioni patologiche trovate nel viscere splenico accennano ad aberrazione o ad arresto di adipogenesi; se il sangue reduce dalla milza abbonda di sostanze grasse; se l'etere impiegato ad esaurire l'acqua zuccherata, che aveva fermentato per opera di un brano di milza bovina conteneva almeno undici grani di grasso più di quel che se n' era ottenuto da egual quantità di milza disseccata non pare che si trascendano i limiti della retta induzione arguendo da questi dati che la milza sia uno dei visceri in cui si opera la trasformazione dello zucchero in grasso.

L' esistere nella milza una quantità notabile di ferro, indipendentemente da quello che fa parte integrante della ematina, offrirebbe un artificio adatto a questa trasformazione, potendosi con tal mezzo sottrarre facilmente allo zucchero una porzione del suo ossigeno, e disporlo così alla predetta conversione.

Le nozioni più elementari della fisiologia bastano ad insegnarci quanto estesi ed importanti sieno gli usi ai quali soddisfa il grasso nella economia vivente. Senza nemmeno toccare le fisiche sue attribuzioni, chi richiami alla mente come questo materiale organico concorra efficacemente alla formazione delle cellule, alla secrezione della bile e alla composizione della sostanza nervosa dovrà convenire che il grasso rivendica una gran parte nei processi dell' organismo. Tale materia però non adempie ai suoi più delicati officii tale e quale venne introdotta e assorbita, ma a somiglianza dell' albumina, che senza cambiar natura soggiace pure a forme, e ad elaborazioni diverse, e come lo zucchero, il quale pure non costituisce nella economia un prodotto unico, e di proprietà sempre eguali, ma una serie di composti appartenenti al gruppo glucosico; così pure la materia grassa si modifica, si trasforma, combinasi in

varie guise per rendersi atta ai fini cui venne prestabilita. Il succo alimentare, benchè prodotto di altre vite, non torna però a rivivere nei tessuti animali senza nuove e successive elaborazioni, ed affinamenti. L'organismo possiede a tal uopo una ricca supellettile di finissimi ordigni capaci a dividere indefinitamente la materia, e a risolverla ne' suoi principii, i quali allo stato nascente, cioè nel momento della maggiore energia, assumono altre forme, e stringono nuove combinazioni.

Esistono molti dati per credere che il grasso nascente dalla trasformazione del glucoso sdoppisi in glicerina, che va a far parte dei nuovi corpuscoli del sangue, e in acidi grassi, che contribuiscono alla formazion della bile. Lo sdoppiamento del grasso è già riconosciuto dalla scienza. « Il grasso, *dice Lehmann*, una volta introdotto nel sangue vi si modifica a seconda delle funzioni alle quali dee soddisfare. In queste trasformazioni delle materie grasse si osserva generalmente la separazione della glicerina e l'ossidazione lenta degli acidi grassi messi in libertà. Ignorasi se la decomposizione delle materie grasse neutre sia dovuta all'alcali del sangue o all'influenza di qualche fermento particolare ». E questo fermento pare che sia nella milza. Infatti l'acqua zuccherata dopo aver subita la piena fermentazione per opera della polpa splenica e lasciata a lungo a contatto di essa presenta alcuni caratteri che accennano alla presenza di una sostanza glicerica, e sono i seguenti: 1. È untuosa al tatto, e di tale untuosità che non appartiene nè agli sciroppi, nè all'acido lattico formatosi nella fermentazione. 2. Imbratta le carte del filtro in modo dissimile dagli olii, e dai grassi neutri, come suole la glicerina. 3. Queste carte macchiate divengono igrometriche; che è pure una proprietà della ridetta sostanza. È vero che tal fenomeno potrebbe attribuirsi alla presenza del bifosfato di calce determinatosi nell'acqua zuccherata per l'azione dell'acido lattico formato nella fermentazione, e forse questo sale vi ha la sua parte: ma però la facoltà igrometrica non iscomparisce del tutto anche dopo aver precipitato dal liquido i sali di calce per mezzo dell'ossalato di ammoniaca. 4. Il liquido untuoso è solubile nell'acqua e nell'alcool, ed è insolubile nell'etere. 5. Filtrato e concentrato acquista un bel color giallo di arancio per la immissione di qualche paglietta di iodio.

Secondo le migliori analisi unitamente ad altri ossidi grassi la glicerina combinata al fosforo e alla potassa fa parte integrante dei globuli sanguigni. La sua origine adunque è abbastanza motivata dall' uso che va a farsene nella formazione dei globuli del sangue.

A creder poi che gli acidi grassi procedenti dallo sdoppiamento del grasso neutro nella milza concorrano alla composizione della bile, si uniscono più indizii. Il primo ricavasi dalla esperienza medica, la quale ne ammaestra come la morbosa condizione del viscere splenico abbia per conseguenza indefettibile l' alterazione della bile. A chi fosse vago di abbottinare scrittori sarebbe facile il raccogliere un gran numero di autorità conformi nell' attestare il fatto enunciato. Valga per tutte quella di Lorry. « Fatendum est nos plurima de liene ignorare: at etsi ipsa ejus structura hepati ministrare non demonstraret, certe fortius argumentum a morbosa ejus constitutione suppeditaretur. Etenim morbo aut acuto, quod rarum est, aut chronico non conflictatur, quin summopere vitietur hepati debita bilis secretio; liene affecto, bilis quasi terream et inertem adipiscitur naturam. Hinc Hippocrates non unam a liene icteri specie numeravit: hinc lienosis corneae fulgor quasi obrutus et obtusus, et si perstet atque obduret se malum, color faciei fit instar malicorii, seu ex flavo viridescentis; et foeces alvi ad viridescentem obscurum seu fuscum vertuntur; ita ut nullus sit lienosus cui haec in cute signa, plus minusve non reperiantur, in aliquibus vero ad pessimum usque icterum provehantur ». (De Melanchol).

Un secondo indizio si ricava dalla presenza degli acidi grassi oleico, stearico e margarico nella bile in combinazione colla soda e colla potassa. L' origine più probabile di questi acidi sta nella milza. Ed in fatti una differenza delle più rimarchevoli che offrono gli animali privati di milza consiste nelle variate qualità della bile. Quel che più ferì l' attenzione di Vallisnieri nel cane mutilato a tal modo fu appunto l' insolita apparenza di quest' umore. Nel gatto privato di milza onde parla il Magheri, la bile esaminata dal Taddei fu trovata notabilmente diversa da quella di altro gatto intiero destinato a servir di confronto. Nella bile dell' animale asplenio difettava

appunto l'acido resinoso (a. colico) alla cui formazione contribuisce grandemente la materia grassa. Nei nostri conigli privati di milza, di cui parleremo fra poco, distintissima era la diversità delle fisiche qualità fra la lor bile e quella di altri individui della stessa specie non mutilati, e nutriti allo stesso modo. Ed infatti negli intieri questo umore era neutro, e offrivasi più denso, di un sapore fra il dolce e l'amaro, e di un colore traente al giallo: sciolto vedevasi nei mutilati, di sapore prettamente amaro, di color verde e di reazione alcalina. Ne duole che la scarsezza di questo umore nei conigli, e la mancanza di opportuni ajuti ci abbia impedito di istituirne più accurata indagine.

Se la polpa splenica presiede ad un'opera di trasformazione organica, è da credere che tale ufficio si presti a differenti modalità secondo il genere diverso di alimentamento degli animali. Imperocchè la diversità nelle proporzioni dei materiali introdotti col cibo porta seco una differenza nelle interne elaborazioni tendenti al risarcimento del sangue. Questa presunzione trova un appoggio nella differenza di mole, e condizioni istologiche del tessuto splenico nei diversi animali. Un altro sostegno lo rinviene nelle diverse apparenze offerte dagli animali privati di milza. Ed infatti nei carnivori trovavansi masse di grasso sul luogo occupato dal viscere splenico, e raccolte parimenti di adipe nell'omento, e talvolta ingrandimento e alterazione dei reni. Nulla di tutto questo fu presentato dagli erbivori. I nostri conigli vissuti lungo tempo dopo la estirpazione della milza non ci offrirono all'apertura collezioni notabili di grasso, nè vizio alcuno delle glandole urinipare. Ciò che indurrebbe a supporre come nei carnivori, introducendosi buona copia di grasso bello e formato col cibo, la milza possa limitare il suo officio a sdoppiarlo in basi utili al sangue, ed acidi necessari alla formazione di perfetta bile: perciò tolta via la milza, quel grasso si va raccogliendo ne' luoghi più acconci ad ospitarlo. Al contrario negli erbivori scarsissimo essendo il grasso ammesso nel corpo cogli alimenti, e ingente invece la materia zuccherina, il viscere splenico contribuisce alla trasformazione di questa in sostanza grassa.

Fu veduto di sopra come nell'acqua zuccherata che aveva

fermentato coll' opera della milza potesse dimostrarsi la presenza della gelatina: ora questa osservazione di laboratorio trovasi anch' essa d' accordo cogli insegnamenti della fisiologia e della patologia. Ed infatti la sua genesi è abbastanza illustrata dal gran consumo che dee farsene per nutrire quella selva di trabecole che ne sono in gran parte formate. Aggiungasi che in tutte quelle infermità, nelle quali, per mutate condizioni della vita, i materiali organici non possono applicarsi a riparare i tessuti, la milza trovasi ricca di gelatina.

È legittimo pertanto il giudizio di analogia fra le mutazioni che la milza morta induce nell' acqua zuccherata, e quelle che lo stesso viscere opera sui materiali che le si adducono nello stato di vita: è giusta la conclusione che la polpa splenica costituisca un fermento destinato a operare organiche trasformazioni. La presenza dell' acido butirrico nella milza accenna anch' essa a un lavoro di fermentazione. Ed in fatti questo acido rinviensi quasi costantemente nel crasso ove il succo intestinale induce un moto fermentativo sugli idrati di carbonio che vi pervengono; e così pure tale acido trovasi qualche volta nello stomaco, e appunto in que' casi morbosi, nei quali le materie contenutevi sono entrate in fermentazione.

Un altro genere di ricerche, in cui mi fu compagno il signor Dott. Gualandi, e che tendono parimenti a svelare i secreti processi, onde la milza coopera alle metamorfosi organiche si aggirò nello studio delle mutazioni che presentano i solidi e i fluidi di animali, cui venne estirpato un tal viscere. Questa via di investigazioni è stata già tenuta da molti, e se noi sperammo di raccogliervi tuttavia qualche frutto, ciò avveniva per essere riusciti a conservare lungamente in vita questi animali mutilati; ciò che agli altri sperimentatori non sempre intervenne. I nostri conigli furono sottoposti ad esame sei mesi dopo la estirpazione della milza eseguita felicemente dal Dott. Piermarini. Le indagini furono sempre comparative; cioè istituite a confronto con altri individui della medesima specie, mantenuti per egual tempo collo stesso genere di alimenti.

Le prime osservazioni furono le microscopiche e condotte con un istromento di non comune chiarezza, e ad ingrandimento di circa 600 diametri. Ecco la nota tale e quale fu re-

gistrata nel giorno istesso delle ricerche. « Le osservazioni microscopiche instituite il 28 Aprile in compagnia del sig. Dott. Gualandi sulle gocce di sangue appena estratto dalle orecchie di conigli intieri e mutilati confermarono quel che era stato già notato altra volta; cioè che nei privi di milza il sangue contiene una quantità assai maggiore di leucociti, che non sia quello dei conigli intatti. Questi globuli bianchi veggonsi agglomerati in modo da formare come delle isolette biancheggianti in mezzo ai globuli rossi. Il sangue veniva estratto col taglio, e fatto gocciolar su vetrini era sottoposto immediatamente alla osservazione. La quale fu ripetuta su più conigli, altri con milza, altri senza, per istituirne confronto, e se n'ebbe sempre il medesimo risultamento ». È degno di annotazione come un tal fatto differenziale non si verificasse con egual costanza nel sangue preso dallo zampillo delle carotidi aperte per immolar gli animali alla investigazione scientifica.

Esaminando col microscopio il sangue dei conigli privati di milza appena estratto dai vasi vi scorgemmo un gran numero di globuli differenti dai soliti per la forma ondulata dei margini, e per la presenza di punti nereggianti disposti regolarmente nella periferia, e spesso per quella di un altro punto nel mezzo del corpuscolo. I punti periferici somiglianti a granuli opachi erano per lo più in numero di cinque. Non poteva attribuirsene l'apparenza a semplice effetto di riflessione, poichè alla stessa luce, e allo stesso piano scorgevansi i globuli normali senz'ombra di punteggiamento. Nemmeno potevano giudicarsi così conformati per semplice corrugamento dell'involucro, avendo sorpresi alcuni di questi granuli nell'atto che separavansi dal globulo matrice. Di tali globuli puntiferi o granuliferi se ne trovavano anche nel sangue dei conigli *intieri*, ma con questa differenza che in quello dei mutilati essi erano in assai maggior numero, e apparivano appena estratto il sangue dai vasi, mentre nei forniti di milza erano più rari, e si mostravano solamente dopo qualche tempo. La quale ultima circostanza accenna a corrugamento, ma non in modo che questo solo basti a spiegare il fatto, una volta che i granuli erano separati dal corpuscolo. Noi non sapremmo spiegare con precisione in che consiste, o a qual causa debba riferirsi que-

sta diversa apparenza dei globuli, ma gioverà intanto il conoscerla. Intanto se si riflette che nel sangue venoso della milza accanto a globuli perfetti ne vide il Draper dei frastagliati, e degli altri aventi il nucleo nei margini, e non pochi nuclei liberi; che globetti seghettati nei margini, e glanuli liberi pigmentarii incontrò il Gray nel succo splenico, sarà lecito congetturare che in mancanza della milza i globuli alterati per esercizio della vita si ritrovino in maggior copia nel sangue circolante. Potrebbe anche pensarsi che il sopradetto corrugamento si dovesse in gran parte ad una minore quantità di acqua contenuta nei corpuscoli; colla quale spiegazione si accorderebbe il fatto da noi osservato del più pronto disseccamento dei grumi sanguigni appartenenti agli animali privati di milza, in confronto di altri individui che ne eran forniti.

Un altro fatto che potè raccogliersi dal sangue cavato ai ridetti conigli si riferisce alla differenza della fibrina; risultava cioè che gli animali interi ne contengono un poco più che i mutilati. La differenza poteva già presagirsi da ciò che il crassamento umido separatosi dal sangue del coniglio intiero aveva maggior volume e pesava più dell' altro formatosi nel cruore dell'animale mutilato. Sottomesso poi il crassamento ad un filo di acqua entro un filtro fino a compiuto scoloramento e a rimanenza di pura fibrina si vide che sopra 100 grani ve n' eran tre di questo materiale nel sangue dell'animale intiero, e appena due in quello del mutilato. Anche questa esperienza fu ripetuta sopra diversi individui, e in tempi diversi, e sempre con eguale risultamento di preponderanza della fibrina nel sangue degli animali intatti. Le indagini istituite sul siero separato dal crassamento al fine di conoscerne le quantità differenziali dell'albumina, portarono contrario risultamento. Imperocchè i coaguli indottivi dall' acido nitrico mostravano volume e peso alquanto maggiore negli animali privi di milza che negli intieri. Saresti indotto a giudicare che quel che mancava di fibrina era di più in albumina.

Lavando i coaguli sanguigni fu notato come in quelli appartenenti agli animali privati di milza la fibrina rimanesse più facilmente scolorata, mentre nei grumi degli animali forniti del viscere in questione questo materiale la riteneva più

forte ed a lungo. Così pure la fibrina degli aspleni era più molle e sciolta che nol fosse nei conigli integri, nei quali inoltre questo albuminoide esposto all' aria rosseggiava meglio che quella dei mutilati.

Lavando i grumi sanguigni degli uni e degli altri animali; vale a dire dei mutilati e degli intieri appariva una sensibile differenza nella intensità del colore: di un rosso cioè più sbiadito nei primi e più carico nei secondi. Il sangue veduto in massa nei calicetti appena uscito dai vasi, non presentava differenza riconoscibile a prima vista; ma diluendone quantità eguali in grandi masse di acqua cadeva sotto i sensi di tutti che il sangue degli animali privati di milza era men ricco di parte colorante.

Questo fatto della minore intensità di colorazione, equivalente a minor quantità di ematosina nel sangue dei conigli privati di milza trovasi in perfetto accordo con un' altra osservazione da noi fatta, e verificata più volte: cioè che la parte solida del sangue mostrandosi un poco meno copiosa in quello degli animali mutilati, che degl' intieri, la differenza di peso si riferisce in gran parte alle proporzioni del ferro. Ed in fatto noi sperimentammo che eguali porzioni di crassamento di sangue, appartenuto a conigli colla milza e senza, ridotte a cenere ne offrivano un tre incirca per cento di più negli animali forniti di milza. Ora avendo preso eguali parti di coteste ceneri, e trattatele coll' acido idroclorico concentrato, e diluito poi il liquido con acqua distillata per operarne la filtrazione, vedevasi che quelle spettate al coniglio integro avevano acquistato alla soluzione un color rosso vivace, quando appena roseo poteva dirsi quello dell' altro liquido proveniente dal sangue dell' animale privato del viscere splenico: differenza di colorazione che faceva già presumere quella delle proporzioni del ferro. In questi liquidi infondevansi poi eguali quantità di una soluzione di prussiato di potassa, e per tale aggiunta manifestavasi un precipitato che dopo qualche tempo appariva di doppio volume nell' infuso idroclorico delle ceneri appartenute al coniglio intero. I due precipitati passati per filtro, asciugati su carte di peso eguale, mostrarono parimente che quello del sangue appartenuto al coniglio mutilato era circa la metà più leg-

giero dell' altro. Questa esperienza fu ripetuta tre volte sopra individui diversi, e sempre col medesimo risultamento. Così ottiene conferma quel che già fu annunziato da Friedleben: cioè che il sangue degli animali privati di milza contenga minor quantità di parti solide in confronto di altri non sottoposti a tal privazione: ma quel che Friedleben non cercò e noi trovammo gli è che il difetto in discorso si riferisce in gran parte alla diminuita proporzione del ferro.

Un' altra osservazione fatta da noi, e che si lega alle precedenti quanto al mostrare il rapporto causale che stringe la milza al lavorio dei materiali del sangue è questa che siegue. Fu tratto del sangue a due conigli della stessa età, e vissuti fino allora nelle medesime condizioni. Uno di essi era stato già da tre mesi privato di milza, l' altro no. Dopo tre altri mesi immolati ambedue coll' apertura della carotide, e sottoposti a diligente investigazione, fu notato come l' animale intiero non offerisse alcuna traccia della sofferta cavata del sangue, e per converso il coniglio privato di milza presentasse tutte le apparenze della cachessia clorotica. In questo difatti, a differenza dell' altro, i visceri vascolari mostravano una tinta slavata e parevano cotti; poveri di sangue i capillari serpeggianti sulla sierosa dello stomaco, e per l' aracnoidea; la massa cerebrale più molle e acquidosa; il grasso, ovunque fosse, di color gialliccio e men consistente. La carne arrostita offrivasi al gusto assai men succulenta, e saporosa che non fosse nell' altro. Dal che può dedursi che la mancanza della milza ponesse nel coniglio privatone un più potente ostacolo alla riparazione del sangue dianzi sottratto; sicchè al giorno dell' uccisione non solo apparissero le sopradette differenze nei due sangui fatti uscire dalle carotidi, ma inoltre nell' animale mutilato si scorgesse manifesta la sproporzione del sangue rosso rispetto ai vasi, fino a determinarsi uno stato di cachessia. Così avviene pure nella nostra specie se imprudentemente si tragga sangue a tale, cui sia già viziata la milza.

Nei conigli a cui era stata tolta via la milza il fegato fu trovato costantemente più grande che nol fosse in altri individui di eguale età, egual sesso e mantenuti nelle medesime condizioni. La differenza fu talvolta assai rimarchevole: p. e. di circa

tre ottave. È ragionevole il giudicare che obliterata l'arteria splenica il sangue si rechi in maggior copia nella epatica; ed è lecito il supporre che il fegato accresciuto di mole supplisca in qualche modo, e fino ad un certo punto al difetto della milza.

Ad investigare se la milza avesse qualche parte nella formazione del succo gastrico, esplorammo colle carte reagenti le condizioni della mucosa gastrica appena uccisi gli animali coll'apertura delle carotidi, e trovammo che la reazione era ugualmente acida sì nei conigli forniti di milza, che in quelli che ne erano stati privati.

Friedleben narra di aver veduto che l'estirpazione del timo, fra gli altri effetti, induce un rallentamento considerevole nell'accrescimento delle ossa, e a noi è toccato di osservare che nei conigli privati della milza dopo sei mesi le ossa lunghe offrivano un peso specifico minore che nol fosse in eguali ossa di altri conigli della stessa età che non erano stati sottoposti alla ridetta mutilazione.

I nostri conigli privati di milza non ci presentarono nè le raccolte di grasso vedute da Malpighi, da Vallisnieri, da Mayo nei cani sottoposti alla stessa mutilazione; nè le alterazioni osservate recentemente sugli animali da Bernard nei gangli linfatici.

Dai fatti fin qui esposti par lecito inferire che le funzioni della milza non siano involte da così fitta caligine che l'occhio della mente non giunga a penetrarvi e a conoscere;

a) Che il succo splenico nasconde un fermento efficace ad operare trasformazioni nei materiali organici aventi per fine precipuo il risarcimento del sangue: ciò che è provato:

1°. Dalla chimica costituzione della milza che ci mostra la materia organica nelle varie sue fasi: la zuccherina, l'amilacea, la grassa, la colloide, la cerosa ec. Non vi è altro viscere dopo lo splenico che abbia offerto all'analisi tante sostanze diverse; il che accenna ai diversi passaggi che vi sperimenta la materia organizzante.

2°. Dalle osservazioni fatte sulla virtù fermentativa nella polpa splenica, da cui risulta la trasformazione dello zucchero in grasso, e l'azotizzazione degli idrati di carbonio.

3°. Dal rinvenirsi nella milza acido urico procedente della metamorfosi dei tessuti, e ipoxantina che è il materiale più ricco di azoto.

4°. Dal sapersi che le materie grasse, onde abbonda la milza, servono come di mediatrici alle trasformazioni della materia organica, e prendono molta parte nella formazione dei globuli. La presenza dell'acido butirrico accenna anch'essa ad opera di metamorfosi organica.

5°. Dagli effetti che derivano all'animale vivente dalle profonde alterazioni della milza consistenti specialmente nella mutata condizione degli umori.

6°. dagli esperimenti istituiti sugli animali viventi, i quali mostrano che la privazione della milza non solo diminuisce in essi la quantità della fibrina e della ematosina, ma li rende anche meno capaci di riparare in breve tempo il sangue perduto.

b) Che il ferro, o proveniente dallo scioglimento della parte colorante dei corpuscoli logori, o entrato novellamente nel corpo cogli alimenti si accumuli nella milza, e disossidato, vi si assimili ad un materiale albuminoide nascente per comporre la ematosina: ciò che si ricava:

1°. Dall'analisi chimica, che ritrova nel parenchima splenico una quantità di ferro maggiore di quella che appartiene al suo sangue, e appena ne rinviene qualche traccia nelle materie escrementizie.

2°. Dall'osservarsi che in alcuni animali la sola milza presenta il color rosso del sangue.

3°. Dalla costante diminuzione della parte rossa del sangue in seguito delle profonde alterazioni della milza, o della sospensione delle sue funzioni.

4°. Dalle nostre esperienze sugli animali privati di milza che ci mostrarono dopo lungo tempo il sangue di un rosso men vivace, e men resistente alla diluzione di quel che non fosse in altri individui versanti in eguali condizioni, ma forniti di milza; come pure dal fatto ripetutamente osservato che le ceneri del crassamento contenevano una quantità minore di ferro nei primi che nei secondi.

5°. Dalle osservazioni microscopiche che rendono palesi nella polpa splenica globuli intermedi fra i bianchi ed i rossi.

6°. Dal trasportarsi globuli rossi per i linfatici della milza.

Acqua, materia grassa, ematosina e ferro, globulina e fosfati, una cellula assimilante: ecco quel che bisogna alla formazion del corpuscolo del sangue, e tutto questo si rinviene nella milza allo stato nascente, e sotto l'influsso efficace dei nervi ganglionari. La cellula trova nel succo splenico circumambiente i composti organici e i minerali che le necessitano per divenire un globulo rosso.

La milza è adunque un vero ganglio sanguigno. Essa ci offre un anello di congiunzione fra i processi di scioglimento e quelli di rifazione. Vi si scompongono i corpuscoli usciti d'uso e se ne adoperano i principii ad animalizzare materiali nuovamente assorbiti. Ed infatti l'esperienza ha insegnato che le funzioni di questo viscere, segnalate dalla differenza che intercede fra il sangue che vi entra e l'altro che n'esce, sono tanto più vivaci per quanto il cibo è più largamente apprestato. Questa differenza si cancella del tutto negli animali sottoposti all'inedia. Non essendovi materiali nuovi da trasformare, i globuli, quantunque logori, passano indisciolti dall'arteria alla vena.

Per i fatti esposti di sopra rendesi anche assai verisimile che se i linfatici riportano dalla milza corpuscoli del sangue e materiali acconci alla riparazione organica, la vena splenica si carichi di sostanze grasse opportune alla perfetta elaborazione della bile. Ed infatti 1°. Si conosce che la vena splenica conduce un sangue ricco di materie grasse. 2°. Si sa che la presenza del grasso è necessario alla formazione dell'acido resinoso della bile. 3°. Il dato patologico ci insegna come nelle malattie della milza si alteri costantemente la bile. 4°. Le esperienze sugli animali ci mostrano che sebbene per la estirpazione della milza si accresca la mole del fegato, pure la bile ne riesce più acquosa, più amara e più distintamente alcalina. Oltracciò l'analisi chimica indicò la mancanza dell'acido resinoso in qualche animale a cui era stata tolta la milza.



SOPRA ALCUNI PUNTI DELLA TEORIA DELLA COSTRUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE; MEMORIA DEL PROF. GIOVANNI CODAZZA.

Il migliorare le macchine a vapore sotto l'aspetto della economia del combustibile trae seco la soluzione di due problemi; cioè: *a*) *economizzare il combustibile nella produzione del vapore; b*) *economizzare il vapore nell'impiego della forza espansiva di esso*. Il primo conduce a migliorare la costruzione dei generatori di vapore, l'altro a migliorare quella delle macchine motrici. I grandi costruttori pratici hanno sempre pensato a condurre parallelamente questi perfezionamenti. Per favorire l'economia del vapore e quindi del calore di cui esso è veicolo, non solo furono migliorate le macchine motrici in uso, ma studiate altresì nuove maniere di macchine, come applicazioni di nuovi principj teorici, le quali fin qui però attendono più ampia sanzione dal tempo e dall'esperienza, per entrare vittoriose nel dominio pratico od esserne ecluse. Frattanto altri pratici, considerando la macchina motrice ordinaria ad espansione e condensazione, quando questa dalla destinazione della macchina sia consentita, come un tipo già ridotto a tale perfezione che debba correre lungo tempo prima che possano gareggiare con esso quelle fondate sui nuovi principj, si sono specialmente occupati a migliorare la costruzione dei generatori di vapore, e fu constatato che si poteva raggiungere per questo mezzo un'economia paragonabile, ed in alcuni casi superiore, a quella che si può ottenere coi detti perfezionamenti nelle macchine motrici. Ma uomini slanciati sopra una via, non guidati da sicuri principj, si fanno facilmente illusione, ond'è che si videro da alcuni pratici tormentare per ogni foggia le lastre metalliche onde ottenere forme di generatori che rispondessero all'erronea speranza di utilizzare tutto il calore svolto dal combustibile. A prevenire varii sforzi e dispendiose delusioni si rivolsero in questi ultimi tempi le cure dei dotti industriali e scienziati, onde si hanno le ricerche sperimentali

di Cavé, d'Arcet, Grouvelle, Combes, Weber, Fairbairn, Langerman, Schinz, ed i lavori teorico-pratici di Béde, Redtenbacher, Weisbach, Zeuner, Noeggerath, Weiss ed altri.

Essendomi studiato di raccogliere e coordinare i risultati di queste ricerche, ebbi la fortuna di potere riassumere la parte teorica di esse, facendola dipendere da un'analisi più generale ed uniforme, e di vederne scaturire o conseguenze nuove o dimostrazioni teoriche più generali di leggi e di fatti sperimentali conosciuti.

Ecco gli argomenti sui quali oso richiamare la vostra benevola attenzione, illustri colleghi. Non è mio scopo di discorrere praticamente delle diverse specie di generatori di vapori e delle diverse serie di fenomeni che si compiono in essi per la produzione del vapore, ma solo di esaminare di quelli e di questi i più saglienti, per ridurli ad una classificazione tipica, e stabilire principj teorici generali che possano in ogni caso dirigere il criterio del costruttore pratico.

Questo lavoro pertanto sarà diviso in due capi. Nel primo studio le leggi della propagazione del calore attraverso le pareti della caldaja nelle diverse circostanze in cui queste si presentano nella pratica, ridotte a tre tipi fondamentali. Nel secondo determino analiticamente, e dipendentemente dai principj esposti nel primo capo, le forme di diverse parti dei generatori, perchè riescano più convenienti allo scopo, e le estensioni delle superficie di riscaldamento pei diversi tipi fondamentali di caldaje, avendo riguardo o alla quantità di vapore da ottenere, od alla quantità di combustibile che si abbrucia.

CAPO I.

Della propagazione del calore attraverso le pareti delle caldaje.

Sono le caldaje a vapore fatte di lastre metalliche, le quali, entro i limiti delle dimensioni con cui sono adoperate, si possono ritenere di uno spessore piccolissimo rispetto alla loro estensione superficiale, e chiuse su questa estensione da superficie parallele.

L'aria che alimenta la combustione ed i prodotti di questa

concentrano in sè e trasmettono gran parte del calore svoltosi dal combustibile: la rimanente porzione di detto calore si estende per irradiazione, ed è in parte assorbita, in parte riflessa dalle pareti che chiudono il focolajo, ed in questi scambj nuova porzione di calore viene assorbita dai prodotti della combustione.

Perciò il calore che si propaga attraverso le pareti della caldaja può essere, 1) o parte del calore irradiato a distanza dal fuoco ardente, ed assorbito dalla parete della caldaja direttamente esposta ad esso; 2) ovvero ceduto e trasmesso attraverso le pareti della caldaja per contatto dell'aria bruciata e dei prodotti della combustione.

Articolo I.

Assorbimento del calore irradiato alla parete della caldaja esposta direttamente al fuoco:

Avendo riguardo alla proprietà nota, che l'*emissione* e l'*assorbimento* del calore hanno per ciascun punto della *superficie emittente* e della *superficie assorbente* un valore *massimo* nella rispettiva direzione normale, risulta evidente che la circostanza più favorevole per la superficie della caldaja esposta direttamente al fuoco è di avvicinarsi, per quanto è possibile, al parallelismo colla superficie che limita il combustibile nello stato di combustione bene avviata, ed a quella distanza da esso che è necessaria per la miglior combustione possibile, a norma della forza del forno e della diversa natura dei combustibili. Sfugge alla teoria l'assegnare questa distanza, la quale fu determinata dietro osservazioni ed esperienze.

Sono fondate sul principio suddetto le caldaje a cofano di Watt, le quali prestarono e prestano tuttavia buon servizio ogni qualvolta occorrano dimensioni di generatore e pressioni di vapore non molto grandi. Colle pressioni però e colle dimensioni adottate attualmente dall'industria anche per le macchine fisse, esse furono interamente abbandonate, perchè per la loro forma sono troppo difficili ad essere convenientemente con-

solidate per resistere alla pressione interna del vapore. Sotto il riguardo perciò di meglio utilizzare la porzione di calore irradiata dal combustibile ardente, la forma, consigliata dalle considerazioni teoriche, è rare volte consentita dalle esigenze pratiche.

Si avverta poi, che quella parte di calore irradiato dal fuoco che non è assorbito dalle pareti del focolajo, viene necessariamente assorbita dai prodotti della combustione, e torna anzi utile a completare la combustione delle particelle non ancora combuste che accompagnano questi prodotti, con che si ottiene nuovo svolgimento di calore che andrebbe altrimenti perduto. Riesce manifesto perciò, che estendendo per quanto è possibile, il contatto dei fluidi riscaldanti colla superficie esterna della caldaja, perde assai della sua importanza, se non la estensione, almeno la forma della porzione di essa superficie esposta direttamente al fuoco.

Qualunque siasi l'ipotesi che si accetta sulla causa efficiente calore, la teoria matematica di esso dimostra, doversi ammettere che la propagazione del calore avvenga nell'interno dei solidi da molecola a molecola, colle stesse leggi con cui avviene a distanza fra corpo e corpo. Si potrà quindi sempre supporre, che per ciascun istante *la porzione della quantità di calore irradiato da un corpo caldo che viene assorbito dalla superficie di un solido, sia equivalente a quella che verrebbe trasmessa attraverso quella superficie da un fluido stagnante su di essa ed avente una temperatura conveniente*. Approfitteremo di questa considerazione nel valutare l'effetto della superficie esposta direttamente al fuoco, in relazione alla quantità di combustibile abbruciato.

Articolo II.

Del calore trasmesso attraverso una lastra solida omogenea da un fluido ad un altro, stagnanti contro le due facce di essa, ed aventi temperature diverse.

Ammetterò in questa ricerca. 1°. che la lastra termini nella sua estensione superficiale a due superficie parallele; 2°. che la temperatura di ciascuno dei due fluidi sia costante

rispetto al tempo. È questo il caso che si verifica come stato medio per i generatori di vapore entro limiti di tempo definiti, quando si consideri la combustione convenientemente alimentata ed equabilmente stabilita; per cui le quantità di calore cedute in ogni istante dai fluidi riscaldanti, sono restituite da altrettante quantità di calore che si svolgono dalla combustione. 3°. Scritte prima le equazioni generali, introdurrò in esse in questo articolo la limitazione che la temperatura di ciascuno dei due fluidi sia pure costante nei diversi punti della superficie della lastra con cui è a contatto. Considererò in seguito il caso che la temperatura di uno o di ambedue i fluidi sia variabile al variare le porzioni di superficie con cui vengono a contatto. Il signor Redtenbacher trattò la questione che ci occupa in questo paragrafo, considerando partitamente e successivamente i tre casi particolari di una lastra piana, di una lastra cilindrica e di una lastra sferica (1). Partendo dai medesimi principj e con un opportuno sistema di coordinate, ho potuto dedurre la legge di questa propagazione per il caso generale di una superficie qualsivoglia.

Il fenomeno complesso che si considera, consta della successione dei tre fenomeni parziali: 1°. trasmissione del calore dal fluido caldo alla superficie della lastra a contatto con esso (*assorbimento*); 2°. propagazione del calore attraverso la materia della lastra (*conducibilità*); 3°. trasmissione del calore dalla lastra al fluido meno caldo attraverso la superficie di contatto (*emissione*). Il fenomeno complesso si dirà ***trasmissione di calore***.

Si deducono dalla teoria analitica del calore, e sono risultati di esperienze i seguenti principj:

I. La quantità di calore assorbito od emesso da ciascun punto di una data superficie di un solido in ogni istante è proporzionato: 1) alla differenza fra la temperatura del solido e quella del mezzo con cui è a contatto; 2) ad un coefficiente costante, che dipende dalle rispettive nature della parete e del mezzo, e dallo stato della superficie di separazione. Questo coefficiente (*coefficiente di conducibilità esterna*), date le altre

(1) ***Gesetze des Lokomotiv-baues.***

circostanze eguali, ha lo stesso valore per l'emissione e per l'assorbimento.

II. La quantità di calore che attraversa normalmente uno strato solido chiuso fra superficie parallele è in ragione diretta della differenza fra le temperature delle superficie suddette, e di un coefficiente costante, che dipende dalla natura dello strato (*coefficiente di conducibilità interna*), ed in ragione reciproca dello spessore di esso strato.

§. 1. *Equazioni generali nell'ipotesi che le temperature siano indipendenti dal tempo.*

Si denominino, per semplicità, *superficie assorbente* e *superficie emittente* le superficie della lastra, che sono rispettivamente a contatto col mezzo più caldo e col più freddo.

Si scelgano per assi coordinati due linee di curvatura passanti per un punto determinato (O) sopra una delle superficie suddette, p. es. su quella assorbente, e la normale ad essa in quel punto. Si consideri il rettangolo compreso fra le linee di curvatura suddette e quelle passanti per un altro punto qualsivoglia (M).

Si concepiscano nell'interno della lastra due altre superficie parallele alle suddette, e distanti rispettivamente dalla superficie assorbente di z e $z + \Delta z$, e si denomini:

F_1 la porzione di superficie assorbente chiusa nel rettangolo (OM),

F_2 la *corrispondente* porzione di superficie emittente chiusa fra le quattro superficie sviluppabili, normali ad F_1 e passanti per i lati del rettangolo OM,

F l'analoga porzione corrispondente ad F_1 della superficie immaginata che dista da essa di z,

T_1, t_1 le temperature rispettive del fluido riscaldante e della lastra nel punto M sulla F_1,

T_2, t_2 le analoghe temperature del fluido riscaldato e della lastra nel punto *corrispondente* ad M sulla F_2,

$U(z)$ la temperatura dell'interno della parete solida nel punto corrispondente ad M sulla F,

s lo spessore normale della lastra,

k_1, k_2 i coefficienti di conducibilità esterna relativi alle superficie F_1, F_2,

h il coefficiente di conducibilità interna attraverso la lastra,

Q_1, Q_2 le quantità di calore rispettivamente assorbite ed emesse da F_1 ed F_2 in 1",

q la quantità di calore che passa attraverso la F,

Q la quantità di calore trasmessa attraverso la porzione di lastra corrispondente ad F_1.

Essendo Q_1, Q_2, q rispettivamente funzioni di F_1, F_2, F, si supponga che la F_1 aumenti con legge di continuità di una quantità arbitraria che rappresenteremo con ΔF_1, e si rappresentino con $\Delta F_2, \Delta F$ gli aumenti di F_2 ed F, corrispondenti a ΔF_1. Ponendo $\Delta Q_1 = Q_1(F_1 + \Delta F_1) - Q(F_1)$ ed analogamente, saranno ΔQ_1, ΔQ_2, Δq le quantità di calore che attraversano $\Delta F_1, \Delta F_2, \Delta F$. Inoltre, se si considera lo strato chiuso fra la $F(z)$ e la $F(z+\Delta z)$, si potrà rappresentare con $q(1-\varepsilon)$ la quantità di calore che attraversa quello strato, dove ε è una quantità che converge verso lo zero insieme con Δz. Posto ciò, per il principio I si hanno le prime due, e per il principio II si ha la terza delle seguenti:

$$\Delta Q_1 = k_1(T_1 - t_1 + \phi)\Delta F_1$$

$$\Delta Q_2 = k_2(T_2 - t_2 + \psi)\Delta F_2$$

$$\Delta q(1-\varepsilon) = h(\Delta F + \xi)\frac{u(z) - u(z+\Delta z)}{\Delta z},$$

dove ϕ, ψ, ξ sono pure quantità che convergono verso lo zero insieme con ΔF_1, ΔF_2 e Δz rispettivamente.

Da queste, passando ai limiti, si ha

$$\frac{dQ_1}{dF_1} = k_1(T_1 - t_1) \tag{1}$$

$$\frac{dQ_2}{dF_2} = k_2(t_2 - T_2) \tag{2}$$

$$\frac{dq}{dF} = -h\frac{du}{dz} \tag{3}$$

Considerando la trasmissione in *istato di permanenza*, si ha q indipendente da z, e quindi

$$Q_1 = q = Q_2 = Q. \qquad (4)$$

§. 2. Caso in cui le temperature non varino coi punti delle superficie a cui si riferiscono.

In tal caso le equazioni (1), (2), (3), combinate colla condizione (4) della permanenza della trasmissione, danno

$$Q = k_1 F_1 (T_1 - t_1) = k_2 . F_2 (t_2 - T_2) = - hF \frac{du}{dz}. \qquad (5)$$

La terza delle (5), integrata, offre

$$t_1 - t_2 = \frac{Q}{h} \int_s^0 \frac{dz}{F}; \qquad (6)$$

ma le prime due danno

$$t_1 = T_1 - \frac{Q}{k_1 F_1}$$

$$t_2 = T_2 + \frac{Q}{k_2 F_2};$$

combinando queste colla precedente, si ha

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{k_1 F_1} + \frac{1}{k_2 F_2} + \frac{1}{h} \int_s^0 \frac{dz}{F}}, \qquad (7)$$

ossia ponendo

$$A = \frac{1}{\frac{1}{k_1 F_1} + \frac{1}{k_2 F_2} + \frac{1}{h} \int_s^0 \frac{dz}{F}}, \qquad (8)$$

si ha

$$Q = A(T_1 - T_2). \qquad (9)$$

La trasmissione di calore attraverso una lastra data è quindi nella ragione composta della differenza delle temperature dei fluidi a contatto colla lastra stessa, e di un coefficiente A che riesce definito per ogni lastra data, e dipende dalla natura di essa, dalle condizioni fisiche e geometriche delle superficie che la terminano, e dallo spessore della medesima.

La quantità A, è indipendente dalle temperature, e perciò se $T_1 < T_2$, si avrebbe lo stesso valore di Q, ma col segno negativo. La proprietà rappresentata dalla (9) non cambia quando F sia una superficie chiusa, non influendo questa circostanza che sul valore di A. Si ha quindi questa proprietà:

Se si hanno due fluidi a temperature diverse separati da una parete solida omogenea, chiusa fra porzioni corrispondenti di superficie parallele qualsivogliano, la quantità di calore che attraversa la parete in un verso per tragittare dal fluido più caldo al meno caldo, è esattamente eguale a quella che attraverserebbe la parete in verso opposto, quando si riducesse più caldo il fluido che prima lo era meno, e reciprocamente, purchè si conservi sempre la stessa differenza fra le temperature.

Questa proposizione però suppone che rimangano invariate tutte le altre circostanze, e che, anche invertendo le temperature, rimangano egualmente bene a contatto i due fluidi colle superficie della lastra.

Delle due porzioni corrispondenti però di superficie parallele, che rinchiudono una parete curva, quella che la limita dalla parte della convessità è maggiore di quella che la limita dalla parte della concavità. Perciò, essendo le porzioni corrispondenti di queste superficie attraversate dalla stessa quantità di calore, ne viene che *la quantità di calore che attraversa l'unità di superficie convessa è minore di quella che attraversa l'unità di superficie concava.*

§. 3. *Caso in cui lo spessore della lastra sia piccolissimo rispetto all'estensione superficiale di essa.*

In tal caso per il parallelismo si può ritenere $F_1 = F = F_2$, e quindi

$$Q = \Gamma F (T_1 - T_2). \tag{10}$$

in cui

$$\Gamma = \frac{1}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{s}{h}} = \frac{k_1 k_2 h}{k_2 h + k_1 h + s k_1 k_2}. \tag{11}$$

La quantità Γ si denomina *coefficiente di trasmissione*. Esso è formato col coefficiente di conducibilità interna e con quelli di conducibilità esterna, e rappresenta *la quantità di calore trasmessa da un metro quadrato di superficie in 1" per una differenza di temperatura di un grado.*

L'ipotesi assunta in questo paragrafo si verifica sufficientemente per le lastre che si usano nelle caldaje a vapore colle dimensioni ordinarie. Si vede quindi che: *la trasmissione di calore fra due fluidi a temperature diverse, attraverso lastre sottili sufficientemente estese, dipende solo dalla differenza fra le temperature dei due fluidi, dalla natura fisica e stato delle lastre, e dalla loro estensione superficiale: ma non dalla loro forma.*

Nell'ipotesi di questo paragrafo, cioè di $F_1 = F_2 = F$, paragonando la prima colla terza, e la seconda colla terza delle (5), si ha pure

$$-h \frac{du}{dz} = k_1 (T_1 - t_1)$$

$$-h \frac{du}{dz} = k_2 (t_2 - T_2).$$

che integrate fra 0 ed s danno la prima

$$t_2 = t_1 - \frac{k_1 s}{h} (T_1 - t_1), \tag{12}$$

e l'altra

$$-h(t_2-t_1)=k_2 . s(t_2-T_2) ,$$

dalla quale, ponendo in essa il valore di t_2 dato dalla (12), si ottiene

$$T_2=t_1-\frac{k_1 s}{h}\left(1+\frac{h}{k_2 s}\right)(T_1-t_1) , \qquad (12_a)$$

e quindi anche

$$T_2=t_2-\frac{k_1}{k_2}(T_1-t_1) , \qquad (12_b)$$

così pure le (12), (12_b) danno

$$t_1=\frac{\left(\frac{k_1 s}{h}+\frac{k_1}{k_2}\right)T_1+T_2}{1+\frac{k_1 s}{h}+\frac{k_1}{k_2}} \qquad (12_c)$$

$$t_2=\frac{\frac{k_1}{k_2}T_1+\left(1+\frac{k_1 s}{h}\right)T_2}{1+\frac{k_1 s}{h}+\frac{k_1}{k_2}} , \qquad (12_d)$$

le quali danno le temperature delle due facce della lastra in funzione delle temperature dei fluidi a contatto con essa, e di costanti dipendenti dalle condizioni della lastra stessa e dei fluidi a contatto.

Volendo tener conto della differenza di estensione delle porzioni corrispondenti di superficie parallele, si può dalla (7) desumere l'influenza della forma delle lastre. Applicherò quella formola ai seguenti *casi particolari*.

§. 4. *Casi particolari*.

I. *Lastra piana*. In tal caso è rigorosamente $F_1=F=F_2$; e rappresentando Q_p la quantità di calore che l'attraversa, è

$$Q_p=\frac{F_1(T_1-T_2)}{\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}+\frac{s}{h}} . \qquad (13)$$

II. *Lastra cilindrica ordinaria.* Conservando le denominazioni generali, si denomini inoltre

r_1 il raggio della superficie cilindrica interna, o dalla parte della concavità,

$r_2 = r_1 + s$ il raggio della superficie cilindrica esterna, o dalla parte della convessità,

ϕ l'angolo a cui corrisponde l'arco di sezione retta che si considera,

l la lunghezza della porzione di superficie considerata,

Qc la quantità di calore che attraversa la lastra;

sarà

$$F_1 = \phi r_1 l \quad , \quad F_2 = \phi r_2 l \quad , \quad F = \phi(r_1 + z)l$$

$$\int_s^0 \frac{dz}{F} = \frac{1}{\phi l} \log. \frac{r_2}{r_1}.$$

Si osservi che per le lastre metalliche in uso, essendo s piccolissimo rispetto ad r_1, si può scrivere

$$\log. \frac{r_2}{r_1} = \log. \left(1 + \frac{s}{r_1}\right) = \frac{s}{r_1}$$

$$\frac{1}{r_2} = \frac{1}{r_1 + s} = \frac{1}{r_1} - \frac{s}{r_1^2},$$

e quindi si avrà

$$Qc = \frac{\phi l(T_1 - T_2)}{\frac{1}{k_1 r_1} + \frac{1}{k_2 r_1} + \frac{s}{k r_1} - \frac{s}{k_2 r_1^2}},$$

ossia

$$Qc = \frac{F_1(T_1 - T_2)}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{s}{k} - \frac{s}{k_2 r_1}}. \qquad (14)$$

Lastre sferiche. Si denominino ancora

r_1 ed $r_2 = r_1 + s$ i raggi interno ed esterno della sfera,

Q_s la qualità di calore che attraversa la lastra, e si rappresenti con ψ una costante tale che

$$F_1 = \psi r_1^2 \,, \quad \text{per cui sarà } F_2 = \psi r_2^2 \quad \text{ed} \quad F = \psi (r_1 + z)^2,$$

quindi

$$\int_s^0 \frac{dz}{F} = \frac{1}{\psi}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

$$Q_s = \frac{\psi (T_1 - T_2)}{\frac{1}{k_1 r_1^2} + \frac{1}{k_2 r_2^2} + \frac{1}{h}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)},$$

e poichè, avendo riguardo alla piccolezza di s rispetto ad r_1, si può ritenere

$$\frac{1}{r_2} = \frac{1}{r_1} - \frac{s}{r_1^2}$$

$$\frac{1}{r_2^2} = \frac{1}{r_1^2} - \frac{2s}{r_1^3},$$

sostituendo questi valori nella precedente, si ha

$$Q_s = \frac{F_1 (T_1 - T_2)}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{s}{h} - \frac{2s}{k_2 r_1}}. \qquad (15)$$

Si vede quindi che ad estensione eguale di superficie F_1 per eguale natura e grossezza di lastra e per eguale differenza di temperatura, è

$$Q_p < Q_c < Q_s.$$

Inoltre, attesa la piccolezza di s rispetto ad r_1, si possono negli sviluppi trascurare i termini che contengono potenze di $\frac{s}{r}$ superiori alla prima. Cercando colla *formola governativa* il raggio corrispondente al massimo spessore concesso alle lastre delle caldaje (15 mill.) sotto la pressione massima in uso (di *dieci atmosfere*), si trova $r = 0^m,37$; quindi $\frac{s}{r} = 0,04$. e $\frac{s^2}{r^2} = 0,0016$ $\frac{s^3}{r^3} = 0,00006$. Quindi per questo caso, considerato quale limite estremo, riesce manifesto come per le considerazioni pratiche siano legittimamente trascurabili i termini suddetti.

Posto ciò, alle (13), (14), (15) si possono dare le forme seguenti:

$$
\begin{aligned}
Q_p &= \Gamma\, F_1(T_1 - T_2) \\
Q_c &= \Gamma\, F_1(T_1 - T_2)\left(1 + \frac{\Gamma}{k_2}\frac{s}{r_1}\right) \qquad (16) \\
Q_s &= \Gamma\, F_1(T_1 - T_2)\left(1 + 2\frac{\Gamma}{k_2}\frac{s}{r_1}\right)
\end{aligned}
$$

Quindi: 1). *Se si considerano lastre omogenee di forma diversa (piana, cilindrica e sferica) ma di natura, di spessore e di estensione eguali, destinate a trasmettere calore fra i medesimi fluidi, aventi la stessa differenza di temperatura, e se le superficie cilindriche e sferiche hanno lo stesso raggio interno,* dalle precedenti si desume che, *usando la lastra sferica invece della lastra piana, si ha un vantaggio doppio di quello che si avrebbe adoperando la lastra cilindrica invece della lastra piana stessa.*

2). *Questo vantaggio è nella ragione composta diretta dello spessore della lastra, ed inverso del raggio interno di essa.*

§. 5. *Sul coefficiente di trasmissione.*

Non si hanno dati sufficienti per assegnare i valori di k_1 e k_2 nei diversi stati della superficie della lastra. Nei metalli,

il coefficiente di conducibilità interna è grandissimo rispetto a quello di conducibilità esterna. Nell'ipotesi quindi di s piccolissimo, il termine $\frac{s}{h}$, nel denominatore della (11), è trascurabile rispetto alla somma dei termini $\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}$. Perciò, entro i limiti di spessore che si usano per le lastre metalliche nei generatori di vapore, si può ritenere

$$\Gamma = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}; \tag{17}$$

ossia, in questo caso il coefficiente, di trasmissione è indipendente dallo spessore delle lastre. Perciò, *la trasmissione del calore attraverso le lastre metalliche in uso pei generatori di vapore, dipende essenzialmente dallo stato delle loro superficie, e non dal loro spessore.*

Può essere invece h piccolissimo rispetto a k_1 e k_2. Tale è il caso delle incrostazioni calcari, che hanno una facoltà conduttrice interna compresa fra 0,1 e 0,02 di quella dei metalli, e lo strato fuliginoso che ricopre la caldaja, che ha una facoltà conduttrice eguale a 0,01 di quella dei metalli. Quando si ammetta questa condizione, si potrà invece trascurare nel valore di Γ la somma $\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}$, rispetto al termine $\frac{s}{h}$, e si avrà quindi allora, con una approssimazione sufficiente per la pratica,

$$\left.\begin{aligned} \Gamma &= \frac{h}{s} \\ Q &= \frac{hF(T_1 - T_2)}{s}. \end{aligned}\right\} \tag{18}$$

La trasmissione del calore, in questo caso, *è in ragione reciproca dello spessore della lastra*. Di qui, oltre che dalle altre ragioni tecniche, deriva la necessità di togliere, per quanto è possibile, le incrostazioni interne nelle caldaje.

§. 6. *Caso di una parete composta di più strati sottili chiusi fra superficie parallele.*

Nel caso pratico dei generatori di vapore, la superficie esterna si ricopre di fuligine. Finchè questo strato è sottile, tende ad aumentare il coefficiente di trasmissione Γ; ma, ingrossando appena, oppone una resistenza alla trasmissione del calore per la sua poca conducibilità interna. Inoltre, il calore deve attraversare due superficie di separazione, per passare dal mezzo esterno nello strato fuliginoso, e da questo nel metallo. Analoghe considerazioni si presentano rispetto alle incrostazioni che si formano sulla superficie interna. Fra lo strato di fuligine ed il metallo da una parte, e fra il metallo e le incrostazioni dall'altra, si interpone altresì uno strato di ossido metallico. In generale si presenta quì il caso di esaminare la trasmissione attraverso una parete composta di più strati. Per stabilire con maggiore generalità la conseguenza a cui si arriva, supporrò che il numero degli strati sia qualunque determinato però ciascuno di essi e nella natura fisica, che si suppone omogenea per tutto lo strato, e nello spessore e nello stato delle superficie che lo rinchiudono.

Suppongo a tal uopo che sia n il numero degli strati, e rappresentando con i un numero qualunque simbolico, assumo le seguenti denominazioni:

T_1, T_2 temperature dei due fluidi a contatto colle superficie esterna ed interna della parete, supponendosi $T_1 > T_2$;

K_1, K_2 i coefficienti di conducibilità esterna delle superficie delle pareti a contatto coi detti fluidi,

s_i lo spessore dello strato i^{esimo},

h_i il coefficiente di conducibilità interna di esso,

$k_{(i-1)}$, k_i i coefficienti di conducibilità esterna alle superficie che separano lo strato i^{esimo} dallo $(i-1)^{esimo}$ e dallo strato $(i+1)^{esimo}$,

$t_1^{(i)}$, $t_2^{(i)}$ le temperature delle due superficie che limitano lo strato i^{esimo}.

Nell'ipotesi di strati sottili, si potrà applicare a ciascuno di essi una relazione analoga alla (12). Si avrà quindi

$$t_2^{(1)} = t_1^{(1)} - \frac{K_1 s_1}{h_1}(T_1 - t_1^{(1)})$$

$$t_2^{(2)} = t_1^{(2)} - \frac{k_1 s_2}{h_2}(t_2^{(1)} - t_1^{(2)})$$

. . . .

$$t_2^{(i)} = t_1^{(i)} - \frac{k_{i-1} s_i}{h_i}(t_2^{(i-1)} - t_1^{(i)}) \qquad (19)$$

. . . .

$$t_2^{(n-1)} = t_1^{(n-1)} - \frac{k_{n-2} s_{n-1}}{h_{n-1}}(t_2^{(n-2)} - t_1^{(n-1)})$$

$$t_2^{(n)} = t_1^{(n)} - \frac{k_{n-1} s_n}{h_n}(t_2^{(n-1)} - t_1^{(n)}).$$

Inoltre, la condizione dello stato di permanenza nella trasmissione del calore è rappresentata dalle equazioni

$$\frac{Q}{F} = K_1(T_1 - t'_1) = k_1(t_2^{(1)} - t_1^{(2)}) = \ldots = k_i(t_2^{(i)} - t_1^{(i+1)}) = \ldots = K_2(t_2^{(n)} - T_2), \qquad (20)$$

da cui si deduce il sistema di equazioni seguente

$$t_2^{(1)} = t_1^{(2)} + \frac{K_1}{k_1}(T_1 - t_1^{(1)})$$

$$t_2^{(2)} = t_1^{(3)} + \frac{K_1}{k_2}(T_1 - t_1^{(1)})$$

. . . .

$$t_2^{(i)} = t_1^{(i+1)} + \frac{K_1}{k_i}(T_1 - t_1^{(1)}) \qquad (21)$$

. . . .

$$t_2^{(n-1)} = t_1^{(n-1)} + \frac{K_1}{k_{n-1}}(T_1 - t_1^{(1)})$$

$$t_2^{(n)} = T_2 \quad + \frac{K_1}{K_2}(T_1 - t_1^{(1)})$$

Ponendo invece di quei termini $t_2^{(1)} \ldots . t_2^{(i)} \ldots . t_2^{(n-1)}$, che si trovano fra le parentesi nei secondi membri delle (19), i loro valori dati dalle (21), ed eseguendo le riduzioni, si ottiene questo altro sistema di equazioni:

$$\begin{aligned}
t_2^{(1)} &= t_1^{(1)} \quad - \frac{K_1 s_1}{h_1}(T_1 - t_1^{(1)}) \\
t_2^{(2)} &= t_1^{(2)} \quad - \frac{K_1 s_2}{h_2}(T_1 - t_1^{(1)}) \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
t_2^{(i)} &= t_1^{(i)} \quad - \frac{K_1 s_i}{h_i}(T_1 - t_1^{(1)}) \qquad (22) \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
t_2^{(n-1)} &= t_1^{(n-1)} - \frac{K_1 s_{n-1}}{h_{n-1}}(T_1 - t_1^{(1)}) \\
t_2^{(n)} &= t_1^{(n)} \quad - \frac{K_1 s_n}{h_n}(T_1 - t_1^{(1)}).
\end{aligned}$$

Sottraendo ciascuna delle (22) dalla corrispondente delle (21), si ha

$$\begin{aligned}
t_1^{(1)} - t_1^{(2)} &= K_1(T_1 - t_1^{(1)})\left(\frac{1}{k_1} + \frac{s_1}{h_1}\right) \\
t_1^{(2)} - t_1^{(3)} &= K_1(T_1 - t_1^{(1)})\left(\frac{1}{k_2} + \frac{s_2}{h_2}\right) \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
t_1^{(i)} - t_1^{(i+1)} &= K_1(T_1 - t_1^{(1)})\left(\frac{1}{k_i} + \frac{s_i}{h_i}\right) \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}$$

$$t_1^{(n-1)} - t_1^{(n)} = K_1(T_1 - t_1^{(1)}) \left(\frac{1}{k_{n-1}} + \frac{s_{n-1}}{h_{n-1}} \right)$$

$$t_1^{(n)} - T_2 = K_1(T_1 - t_1^{(1)}) \left(\frac{1}{K_2} + \frac{s_n}{h_n} \right),$$

e sommando queste eguaglianze

$$t_1^{(1)} - T_2 = K_1(T_1 - t_1^{(1)}) \left\{ \frac{1}{K_2} + \Sigma_{n-1} \frac{1}{k} + \Sigma_n \frac{s}{h} \right\}, \quad (23)$$

in cui

$$\Sigma_{n-1} \frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \ldots\ldots + \frac{1}{k_i} + \ldots\ldots + \frac{1}{k_{n-1}}$$

$$\Sigma_n \frac{s}{h} = \frac{s_1}{h_1} + \ldots\ldots + \frac{s_i}{h_i} + \ldots\ldots + \frac{s_n}{h_n}.$$

Dalla (23) si ottiene

$$t_1^{(1)} = \frac{T_2 + K_1 T_1 \left(\frac{1}{K_2} + \Sigma_{n-1} \frac{1}{k} + \Sigma_n \frac{s}{h} \right)}{1 + K_1 \left(\frac{1}{K_2} + \Sigma_{n-1} \frac{1}{k} + \Sigma_n \frac{s}{h} \right)};$$

ponendo questo valore nella relazione

$$Q = FK_1(T_1 - t_1^{(1)}),$$

che è la prima delle (20), e dividendo sotto e sopra per K_1, si ha

$$Q = \frac{F(T_1 - T_2)}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \Sigma_{n-1} \frac{1}{k} + \Sigma_n \frac{s}{h}},$$

che è della stessa forma della (10), ossia

$$Q = \Gamma F (T_1 - T_2), \quad (24)$$

in cui

$$\Gamma = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \Sigma_{n-1}\frac{1}{k} + \Sigma_n \frac{s}{k}}, \qquad (25)$$

ossia:

1) *La trasmissione del calore attraverso una parete composta di più strati sottili, avviene colla stessa legge con cui avviene attraverso una lastra semplice, non variando nei diversi casi che il coefficiente di trasmissione.*

2) *Questo coefficiente di trasmissione dipende dalla natura e spessore di tutti gli strati, e dalle condizioni delle loro superficie.*

Non conoscendosi i valori di $K_1, K_2, \ldots K_i, \ldots k_i, \ldots$ nei diversi stati possibili delle pareti e dei loro strati, non si può determinare a *priori* il coefficiente Γ mediante la sua espressione precedente. Redtenbacher ha, con esperienze dirette, trovato che per il caso delle pareti dei generatori di vapore che si trovano nelle circostanze ordinarie, si può ritenere

$$\Gamma = \frac{1}{158} = 0{,}006 .$$

Per il caso invece in cui una delle pareti fosse toccata da fluidi riscaldanti, e l'altra da aria da riscaldare, trovò

$$\Gamma = \frac{1}{253} = 0{,}004 .$$

Articolo III.

Calore trasmesso da un fluido caldo in movimento ad un altro a temperatura minore, attraverso una parete solida sottile che li separa, foggiata a superficie canale.

La superficie di riscaldamento indiretta è percorsa dall'aria abbruciata e dai prodotti della combustione. Questi gas riscaldanti sono rinchiusi in spazj limitati da superficie canali, di cui fa parte la porzione di caldaja che separa i gas riscaldanti dall'acqua da riscaldare o vaporizzare.

Può il fluido riscaldante *moversi internamente al riscaldato*, come nel caso dei condotti delle fiamme e del fumo che passano immersi nell'acqua attraverso la caldaja, o *moversi esternamente ad esso*, come nel caso dei condotti del fumo che circondano esternamente la caldaja. In ambedue i casi, il fluido riscaldante in movimento, cedendo continuamente il calore che è trasmesso attraverso le pareti della caldaja, fatta astrazione per ora dalle altre cause di raffreddamento, ha una *temperatura variabile* lungo il suo tragitto. Supporremo i condotti abbastanza piccoli in relazione alla quantità di fluido che li attraversa, che questo conservi una temperatura costante in tutti i punti di ciascuna sezione normale alla superficie di separazione. Lo stesso si ammetterà per i condotti del fluido da riscaldare, quando sia pur esso in movimento.

Quanto al fluido stesso da riscaldare, possono avvenire invece tre casi:

1.° Che esso abbia in ogni istante una eguale temperatura in ogni punto dello spazio che occupa. Tale è il caso delle caldaje in cui l'acqua non ha circolazione (caldaja di Watt, caldaje cilindriche semplici, caldaje tubulari, ec.). In esse va prima aumentando la temperatura dell'acqua fino alla vaporizzazione; indi si mantiene questa temperatura costante, sotto una pressione determinata e costante, ed il calore, trasmesso attraverso la caldaja, serve a vaporizzare in un dato tempo una data quantità d'acqua. Un tale sistema di riscaldamento si dirà *senza circolazione*.

2.° Che il fluido da riscaldare abbia una temperatura maggiore in quelle sezioni trasversali del sistema di riscaldamento, in cui è minore la temperatura del fluido riscaldante. È questo il caso delle caldaje in cui l'acqua si move nel verso in cui si muovono i prodotti della combustione, per cui quella va successivamente scaldandosi per il calore che le cedono questi, i quali continuamente si raffreddano (caldaje di Alban ec.). Questo sistema si dirà a *circolazione diretta*.

3.° Che il fluido da riscaldare abbia una temperatura maggiore nelle sezioni a cui corrispondono temperature maggiori del fluido riscaldante. È questo il caso in cui l'acqua si muove in verso opposto a quello in cui si movono i prodotti della com-

bustione (caldaje di Fairbairn, di Farcot, di Henschel ed altre). Questo sistema si dirà a *circolazione reciproca*. Nella discussione che segue, ammetteremo il seguente

Principio: *La quantità di calore trasmessa da un fluido in moto ad un altro fluido in moto od in quiete, attraverso ciascun punto di una parete di separazione ed in ciascun istante, segue la legge della trasmissione di calore tra fluidi a differenza di temperatura costante, e quindi è proporzionale alla differenza di temperatura dei due fluidi lungo la normale alla lastra di separazione in quel punto.*

Quindi, perciò che è stato avvertito al §. 3, entro i limiti di spessore usati nella pratica, essendo la trasmissione di calore indipendente dallo spessore della parete di separazione, si potrà considerare questa come una semplice superficie metallica, salvo a ritenere per il coefficiente di trasmissione il valore conveniente.

Nel seguito di questo articolo si useranno le seguenti denominazioni:

F la superficie canale che separa il fluido riscaldante dal riscaldato,

S l'arco piano generatore di essa,

l l'arco variabile della linea direttrice, scelto in guisa che, rappresentando con

L la lunghezza definita di l, sia $SL=F$,

A quantità in peso di fluido riscaldante che attraversa una sezione normale ad l in 1'', in condizione di poter trasmettere calore all'altro fluido attraverso la superficie di separazione.

C capacità calorifica del fluido riscaldante, che si ammette costante per tutte le temperature;

a peso di fluido riscaldato (o vaporizzato) in 1'',

c capacità calorifica di esso (o calore di vaporizzazione),

T_1, T_2, T temperature del fluido riscaldante rispettivamente nelle due sezioni piane normali estreme, ed in una sezione intermedia corrispondente all'estremo dell'arco variabile l,

t_1, t_2, t temperature del fluido riscaldato nelle suddette rispettive sezioni,

Q quantità di calore ceduto dal fluido riscaldante, e che attraversa la parete del condotto in 1",

q quantità di calore assorbita dall'acqua riscaldata (o vaporizzata) nell'istesso tempo.

Supposto che sia sempre

$$T_1 > T > T_2,$$

si ha come condizione del sistema di riscaldamento senza circolazione

$$t_1 = t = t_2,$$

per il sistema a circolazione diretta

$$t_1 < t < t_2,$$

e per il sistema a circolazione inversa o reciproca

$$t_1 > t > t_2.$$

§ 1. *Sistema senza circolazione.*

Nel passaggio della quantità A, di fluido riscaldante dalla sezione normale corrispondente all'estremo dell'arco l a quello corrispondente all'estremo dell'arco $l + \Delta l$, perde esso la quantità di calore

$$- AC\,\Delta T.$$

Il calore che si trasmette attraverso la porzione $S.\Delta l$ di caldaja al fluido riscaldato è per la (10)

$$\Gamma S\,\Delta l\,(T - t + \theta),$$

dove θ è una quantità che converge verso lo zero con Δl. Eguagliando queste due quantità, e passando ai limiti, si ha

$$- AC\,\frac{dT}{dl} = \Gamma S\,(T - t)\,;$$

l'integrale di questa equazione, che comincia con $l=0$, è

$$\text{log. iper.}\frac{T-t}{T_1-t}=-msl, \qquad (26)$$

dove, per semplicità di scrittura, è posto

$$m=\frac{\Gamma}{AC}, \qquad (26_a)$$

e quindi

$$T=t+(T_1-t)e^{-msl}, \qquad (27)$$

in cui e è la base dei logaritmi iperbolici.

Estendendo le (26), (27) al limite $l=L$, e ricordando che $SL=F$, si hanno le

$$\text{log.}\frac{T_1-t}{T_2-t}=mF \qquad (28)$$

$$T_2=t+(T_1-t)e^{-mF}. \qquad (29)$$

Per la (28) si determina *l'estensione della superficie di riscaldamento necessaria per una data temperatura costante del fluido da riscaldare, onde abbassare la temperatura del fluido riscaldante da una temperatura iniziale nota* T_1, *ad una temperatura finale voluta* T_2.

La (29) determina *la temperatura finale del fluido riscaldante in funzione della sua temperatura iniziale e di quella del fluido da riscaldare, non che dell'estensione della superficie di riscaldamento.*

La quantità teorica di calore, fatta astrazione dalle altre cause di raffreddamento, che il fluido riscaldante trasmette in caldaja, è eguale a quella che perde nel suo tragitto per l'abbassamento di temperatura. Si terrà conto delle cause estranee di raffreddamento parlando del calcolo pratico della superficie di riscaldamento, in relazione alla quantità di combustibile abbruciato. Sarà perciò

$$Q=AC(T_1-T_2) \qquad (30)$$

e combinando le (29) e (30)

$$Q = AC(T_1 - t)(1 - e^{-mF}). \qquad (31)$$

Se, invece della temperatura iniziale T_1, fosse nota la temperatura finale T_2, si avrebbero pure dalle (29), (30) le seguenti

$$T_1 = t + (T_2 - t) e^{mF} \qquad (29_a)$$

$$Q = AC(T_2 - t)(e^{mF} - 1). \qquad (31_a)$$

§. 2. *Influenza delle diverse parti di caldaja.*

Se, ritenuto $F = SL$, si suppone divisa la lunghezza L del condotto in due parti, x ed $L - x$, e si rappresentano con Q_1 e Q_2 rispettivamente le quantità di calore trasmesse dalle due parti SL ed $S(L-x)$, si ha per la (31), supposta nota la temperatura iniziale T_1 del fluido riscaldante,

$$Q_1 = AC(T_1 - t)(1 - e^{-mSx}).$$

Rappresentando con Q_x la quantità di calore, e con T_x la temperatura che conserva il fluido, dopo avere trasmesso Q_1, è

$$Q_x = ACT_1 - Q_1 = AC\left\{(T_1 - t)e^{-mSx} + t\right\}$$

$$T_x = \frac{Q_x}{A.C} = (T_1 - t)e^{-mSx} + t.$$

Si avrà quindi la Q_2 dalla stessa (31), in cui si ponga T_x, in luogo di T_1, come temperatura iniziale del fluido riscaldante, cioè

$$Q_2 = AC(T_x - t)(1 - e^{-mS(L-x)});$$

ossia, ponendo in questa per T_x il suo valore, e riducendo,

$$Q_2 = AC(T_1 - t)(1 - e^{-mS(L-x)})e^{-mSx}.$$

La quantità moltiplicata per e^{-mSx} nel secondo membro di questa, è ciò che diventa Q_1, in cui si ponga $L - x$ in luogo

di x, e quindi è la quantità di calore che sarebbe trasmessa dalla superficie $S(L-x)$, se fosse questa il primo tronco del condotto del fluido riscaldante. Si vede quindi che, *la quantità di calore trasmessa attraverso una porzione determinata di superficie di riscaldamento, presa a diverse distanze dalla sezione a cui arrivano i gas colla loro temperatura iniziale, decresce nella ragione di una esponenziale, di cui l' esponente è la distanza che ha il principio di essa porzione di superficie dalla sezione suddetta.*

Di qui la *convenienza, entro i limiti consentiti dalle condizioni pratiche e dai regolamenti, di aumentare piuttosto le dimensioni trasversali che le longitudinali delle superficie di riscaldamento, per aumentare l' effetto.*

§. 5. *Sistema a circolazione diretta o reciproca.*

Considerando stabilito il moto dei due fluidi, e quindi stabilite le temperature di essi nelle diverse sezioni, saranno ancora rappresentate, come nel numero precedente, da

$$-AC.\Delta T$$

la quantità di calore perduto dal fluido riscaldante durante il tragitto del peso A di fluido, dalla sezione normale che passa per l'estremo dell'arco l di direttrice, alla sezione normale che passa per l'estremo dell' arco $l+\Delta l$ della stessa, e da

$$\Gamma S\,\Delta l\,(T-t+\theta),$$

dove θ è una quantità che converge verso lo zero con Δl, la quantità di calore trasmessa attraverso la lastra nel medesimo tempo.

Siccome poi per la circolazione diretta è $t<t+\Delta t$ e per la reciproca è $t>t+\Delta t$, sarà

$$\pm\, ac\,\Delta t$$

la quantità di calore che guadagna il fluido riscaldato durante il detto tragitto, dove il segno + vale nel caso della circolazione diretta, ed il segno — nel caso della circolazione reciproca. Si hanno quindi per la condizione della permanenza del moto e delle temperature,

$$-AC\,\Delta T = \Gamma S\,.\,\Delta l\,(T - t + \theta)$$

$$\pm\, ac\,\Delta t = \Gamma S\,.\,\Delta l\,(T - t + \theta).$$

e quindi, dividendo per Δl e passando ai limiti,

$$\frac{dT}{dl} = -\frac{\Gamma S}{AC}\,.\,(T - t)$$

$$\frac{dt}{dl} = \pm\frac{\Gamma S}{ac}\,.\,(T - t)\,,$$

da cui, scrivendo ancora per semplicità

$$\frac{\Gamma}{AC} = m \quad , \quad \frac{\Gamma}{ac} = n\,,$$

si ha

$$\frac{d(T - t)}{dl} = -(m \pm n)\,(T - t)\,.\,S\,;$$

l'integrale di questa, che comincia con $l = 0$, è

$$\log.\frac{T - t}{T_1 - t_1} = -(m \pm n)\,Sl\,, \qquad (32)$$

ed estendendolo ad $l = L$,

$$\frac{T_2 - t_2}{T_1 - t_1} = e^{-(m \pm n)F}. \qquad (33)$$

§. 4. *Confronto delle temperature finali del fluido da riscaldare, ottenuto coi due sistemi di circolazione*.

Nel caso della *circolazione diretta* è t_1 la temperatura iniziale del fluido riscaldato che si suppone nota, e si ha dalla precedente *la temperatura finale*

$$t_2 = T_2 - (T_1 - t_1)\, e^{-(m+n)F}\,; \qquad (34)$$

nel caso della *circolazione reciproca* è t_2 la temperatura iniziale nota, e si ha dalla (33) *la temperatura finale*

$$t_1 = T_1 - (T_2 - t_2) e^{(m-n)F}\,. \qquad (35)$$

Il limite massimo teorico per trarre profitto dalla circolazione dei fluidi riscaldanti sarebbe di allungare i circuiti, entro cui si movono i fluidi stessi, in guisa, che, in conseguenza di questa prolungata circolazione, venga ad abbassarsi la temperatura del fluido riscaldante, fino a raggiungere quella che ha il fluido da riscaldare prima che entri in circolazione. Questo limite teorico non potrebbe essere, non che raggiunto, nemmeno di molto avvicinato in pratica, se non adoperando mezzi meccanici per ottenere la tirata necessaria a mantenere convenientemente alimentata la combustione; giacchè è noto che, col mezzo di camini ordinarj, non si può ottenere una opportuna tirata, se il fumo che sfugge da essi non ha una temperatura di almeno 300° circa.

Nel caso della *circolazione diretta*, la (34) mostra che è sempre $t_2 < T_2$, cioè: *la temperatura finale del fluido riscaldato è sempre minore della temperatura finale del fluido riscaldante*, e quindi *non conviene per questo sistema prolungare troppo la circolazione, onde abbassare la temperatura finale del fluido riscaldante. Converrà anzi provvedere che questa temperatura finale superi sempre quella che deve ottenere il fluido riscaldato.*

Nel caso invece della *circolazione reciproca*, la (35) ci insegna che se (per F non $= \infty$) si potesse abbassare T_2, fino a t_2, come limite teorico, si avrebbe come altro limite teorico corrispondente

$$t_1 = T_1;$$

cioè: *in questo caso si potrebbe ottenere, come limite teorico, che la temperatura finale del fluido riscaldato fosse eguale alla iniziale del fluido riscaldante.*

Questa proprietà dimostra la grande convenienza dei sistemi a *circolazione reciproca.*

§. 5. *Formole che danno le quantità di calore trasmesse, e le superficie di riscaldamento relative ai tre sistemi.*

La quantità di calore trasmessa dal fluido da riscaldare al fluido riscaldante, fatta astrazione dalle cause di raffreddamento estranee all'effetto utile che si desidera, è in tutti i casi

$$Q = AC(T_1 - T_2).$$

Si pongano in questa per T_2 i valori relativi ai tre sistemi dati dalle (29), (34), (35), e si rappresentino con Q_1, Q_2, Q_3 i corrispondenti valori di Q, e con F_1, F_2, F_3 i pure corrispondenti valori di F. Si avverta altresì: 1°. che per il caso della (29) è $t = t_2$ la temperatura del fluido riscaldato; 2°. che per il caso della (34) è t_1 la temperatura iniziale, e t_2 la finale; e 3°. che per il caso della (35) è invece t_2 la temperatura iniziale, e t_1 la finale. Perciò, ritenendo che la temperatura iniziale del fluido da riscaldare sia sempre la stessa, e rappresentando con T_i questa temperatura, e rispettivamente con T_{i_1}, T_{i_2}, T_{i_3} le temperature iniziali del fluido riscaldante, e con T_{f_1}, T_{f_2}, T_{f_3} e con t_{f_1}, t_{f_2}, t_{f_3} le temperature finali dei due fluidi relative ai tre sistemi di riscaldamento, si avranno le eguaglianze seguenti

$$Q_1 = AC\left(T_{i_1} - t_{f_1}\right) - \frac{AC\left(T_{i_1} - t_{f_1}\right)}{e^{mF_1}}$$

$$Q_2 = AC\left(T_{i_2} - t_{f_2}\right) - \frac{AC\left(T_{i_2} - t_i\right)}{e^{(m+n)F_2}} \qquad (36)$$

$$Q_3 = AC\left(T_{i_3} - t_i\right) - \frac{AC\left(T_{i_3} - t_{f_3}\right)}{e^{(m-n)F_3}}.$$

Inoltre, tenendo conto delle avvertenze e denominazioni qui introdotte nelle (28) e (33), si avrà

$$F_1 = \frac{1}{m} \log. \frac{T_{i_1} - t_{f_1}}{T_{f_1} - t_{f_1}}$$

$$F_2 = \frac{1}{m+n} \log. \frac{T_{i_2} - t_i}{T_{f_2} - t_{f_2}} \qquad (37)$$

$$F_3 = \frac{1}{m-n} \log. \frac{T_{i_3} - t_{f_3}}{T_{f_3} - t_i}.$$

Capo II.

Criterii pratici desunti dalle leggi della propagazione del calore attraverso le pareti delle caldaje, e relativi ai diversi tipi di generatori di vapore.

Articolo I.

Considerazioni generali.

§. 1. *Determinazione di alcune costanti relative ai combustibili.*

È noto che alla combustione di 1ch. di una determinata qualità di combustibile, occorre un volume d'aria, rappresentato in metri cubici da

$$v = 9{,}25\, Ca + 27{,}70 \left(J - \frac{O}{8}\right), \qquad (1)$$

in cui C*a*, J, ed O rappresentano, in frazione di chilogrammo, *i* pesi di carbonio, idrogeno ed ossigeno, che dall'analisi chimica risultano contenuti in 1ch. del detto combustibile, i numeri 9,25 e 27,70 rappresentano rispettivamente i metri cubici i volumi d'aria occorrenti ad abbruciare 1ch. di carbonio ed 1ch. di idrogeno, ed $\frac{O}{8}$ è la quantità d'idrogeno che, combinandosi colla quantità O di ossigeno, sfugge alla combustione. Questo è il *volume teorico*. Per ottenere però una completa combustione, fu trovato in pratica che bisogna ammettere nel focolajo un volume d'aria maggiore del teorico, e che ne è d'ordinario almeno il doppio. Questo dicesi *volume pratico*.

Si denomini

C la potenza calorifica assoluta del combustibile, espressa in numero di calorie per chilogrammo di combustibile abbruciato,

P il peso di chilogrammi di combustibile abbruciato in un'ora,

$p = \frac{P}{3600}$ il corrispondente peso abbruciato in 1″,

θ la temperatura con cui l'aria entra nel focolajo.

g il peso specifico di essa, supposta alla pressione barometrica normale,

Θ la temperatura (ipotetica) dell'aria superiormente al combustibile ardente, ossia la temperatura che essa acquisterebbe se tutto il calore svolto dal combustibile servisse esclusivamente a riscaldare l'aria, e facendo per ciò astrazione della parte di calore trasmesso direttamente alla caldaja per irradiazione.

In questa ipotesi, ricordando le denominazioni introdotte al principio dell'articolo III del capo antecedente, sarà

$$p\,\mathcal{C} = AC(\Theta - \theta) = Vg\,Cp(\Theta - \theta),$$

da cui

$$\Theta = \frac{\mathcal{C}}{VgC} + \theta. \qquad (2)$$

Effettivamente però, ogni combustibile ardente ha un determinato potere raggiante, che, secondo Peclet, varia colla natura del combustibile e col modo con cui è disposto per la combustione. Del calore irradiato, una parte piccolissima si comunica all'aria stessa; la maggior parte l'attraversa liberamente, perchè eminentemente diatermana, e va direttamente alla caldaja.

Rappresentando con α il coefficiente di irradiazione, che dalle ricerche di Peclet si può conoscere con sufficiente approssimazione pei diversi combustibili, sarà $\alpha\,\mathcal{C}$ la quantità di calore irradiata, $(1 - \alpha)\,\mathcal{C}$ la quantità di calore assorbita dall'aria, e

rappresentando con Θ' la temperatura dell'aria corrispondente a questa quantità di calore, sarà

$$\Theta' = \frac{(1-\alpha)C}{VCg} + \theta.$$

Si osservi che, siccome la griglia non dà libero passaggio che ad una determinata quantità d'aria con una data velocità, e le resistenze a questo passaggio aumentano come i quadrati delle velocità e l'altezza del combustibile sulla griglia, così, aumentando P, ossia la carica di combustibile nel focolajo, oltre un certo limite, si diminuisce il volume d'aria che può passare per ogni chilogrammo di combustibile, ossia si diminuisce V. Con ciò, per una parte, possono aumentare Θ e Θ' al punto di danneggiare le lastre delle caldaje; dall'altra, riuscendo incompleta la combustione, si offre una perdita rilevante.

Rappresentando V il volume d'aria prima che entri nel focolajo, si può ritenere $g = 1,3$. Lo stesso peso specifico si può assumere come valore medio anche per il fumo, il quale come è noto, contiene alcuni gas più pesanti dell'aria, ed altri meno.

Il calore specifico dell'aria a 0°, e sotto la pressione ordinaria, secondo Regnault, è di 0,2377. I pratici ritengono $C = 0,25$, giacchè nel fumo vi sono fluidi che hanno un calore specifico maggiore di quello dell'aria. Ricordando perciò le denominazioni dell'art. III, capitolo I, si avranno i seguenti valori

$$g = 1,3\ ; \quad C = 0,25\ ; \quad gC = 0,325\ ; \quad A = Vgp\ ;$$

$$AC = VgCp = 0,325\ V\frac{P}{3600} = 0,00009\ VP\ ;$$

$$m = \frac{\Gamma}{AC} = \frac{\Gamma}{Vg\ Cp} = \lambda\,\frac{1}{VP} \qquad (3)$$

in cui, come fu detto (capo I, art. II, §. 6),

$$\Gamma = 0,006\,,$$

e si è assunto

$$\lambda = \frac{3600\,.\,\Gamma}{gc} = 66,46\,.$$

Quanto alla potenza calorifica assoluta del combustibile, è noto che essa si può desumere dalla conoscenza dell'analisi chimica di esso, mediante la formola teorica

$$C = 34462 \left(J - \frac{O}{8}\right) + 8080\, Ca, \qquad (4)$$

dove J, O, *Ca* hanno lo stesso significato che nella (1), ed in cui, secondo le ultime esperienze calorifiche di Fabre e Silbermann (*Annales de chimie et de physique*, ser. III, tom. 34), 34462 è il numero di calorie svolto dalla combustione di 1ch. di idrogeno, 8080 il numero di calorie svolto da 1ch. di carbonio che abbrucia, ed $\frac{O}{8}$ rappresenta ancora la quantità di idrogeno che si combina colla quantità O di ossigeno.

Dalle medie dei valori di J, *Ca*, O, dati dalle analisi chimiche di diverse specie di combustibili, furono desunti i valori medj teorici di C e di v per questi combustibili. Assumendo i valori di C ed i valori del volume pratico V, generalmente ricevuti, e supponendo per semplicità $\theta = 0$; inoltre, adottando per il coefficiente α i valori dati da Peclet, ho calcolata la seguente

Tabella di alcuni valori numerici relativi ai combustibili.

QUALITA' DEL COMBUSTIBILE	Potenza calorifica C	Volume pratico d'aria $V=2v$	Rapporto $\frac{V}{C}$	coefficiente di irradiazione α	Temperatura Θ	Rapporto reciproco $\frac{C}{V}$	$1-\alpha$	Θ'
Carbon fossile (*houille*)	7500	18	0,00240	0,55	1282	416,6	0,45	577,33
Carbone di legna . . .	7000	16,4	0,00234	0,50	1515	428	0,50	633
Coke 1a qualità . . .	7000	16	0,00228	0,58	1546	437	0,42	565,32
Coke media qualità .	6000	15	0,00250	0,55	1230	400	0,45	554,40
Carbone di torba . . .	5800	13,2	0,00227	0,50	1352	431,8	0,50	676
Torba disseccata . . .	4800	11,5	0,00236	0,25	1309	455,6	0,75	982
Torba a 20 °/₀ d'acqua	3600	9	0,00250	0,25	1252	400	0,75	924
Legna disseccata . . .	3600	6,75	0,00190	0,28	1642	533	0,72	1182
Legna a 20 °/₀ d'acqua	2800	5,4	0,00193	0,25	1596	518	0,75	1197

Occorrerà nel seguito di richiamare alcuni dei valori calcolati in questa tavola nella discussione di alcune esperienze. Si possono però fin d'ora fare alcune avvertenze su di essa:

a) I valori di C possono variare anche per combustibili della stessa specie, variando la loro composizione; ma le (1), (3) ci avvertono, che i valori di C e di v variano crescendo e decrescendo insieme. La tabella ci mostra che i rapporti reciproci $\frac{C}{V}$ e $\frac{V}{C}$ relativi ai diversi combustibili, differiscono poco fra loro. La maggior deviazione si riscontra per la legna, rispetto ai combustibili fossili ed al carbone di legna.

b) Nelle circostanze in cui non si possa utilizzare che il solo calore raggiante, conviene adoperare i combustibili che hanno questa facoltà in maggior grado. Tali sono il *carbon fossile*, il *carbone di legna*, il *coke*, il *carbone di torba*.

c) Nelle circostanze in cui si approfitti maggiormente della circolazione dei gas e dei prodotti della combustione che del calore raggiante, conviene usare i combustibili che hanno un coefficiente di irradiazione minore (*torba* e *legna*).

§. 2. *Calore contenuto nell'acqua vaporizzata.*

a) *Se si voglia vaporizzare alla temperatura t un chilogrammo d'acqua che trovasi ad una temperatura* θ, la quantità di calore occorrente, secondo Regnault, è

$$C = 606{,}5 + 0{,}305\, t - \theta;$$

b) *e se si voglia vaporizzare alla temperatura t un chilogrammo d'acqua già ridotto a questa temperatura*, rappresentando con c_1 la quantità di calore occorrente, sarebbe, per la stessa formola di Regnault,

$$c_1 = 606{,}5 - 0{,}695\, t.$$

Clausius invece, da considerazioni teoriche dedotte dalla teoria dinamica del calore, ha ottenuto il calore, di vaporizzazione, rappresentato nei due casi da

$$c = 607 + 0{,}292\, t - \theta$$

$$c_1 = 607 - 0{,}708\, t.$$

È mirabile la coincidenza della formola dedotta da accurate esperienze,

con quella desunta dalla teoria. A persuadersene, si osservi che per $t=$ 100° le due formole di Regnault e di Clausius danno rispettivamente

$$c_1 = 557 \quad (Reg.) \qquad c_1 = 556,2 \quad (Cl).,$$

e per t 200° si ha

$$c_1 = 467,5 \quad (Reg.) \qquad c_1 = 465.4 \quad (Cl.).$$

Si vede quindi che la formola di Clausius dà risultati sempre alquanto minori che quelli di Regnault. Nel seguito, occorrendo, io adotterò la media dei risultati delle due formole, e quindi assumerò

$$c = 606,75 + 0,2985\, t - \theta \qquad (5)$$

$$c_1 = 606,75 - 0,7015\, t\,, \qquad (6)$$

intendendo con c_1 il valore particolare di c, quando $\theta = t$.

§. 3. *Quantità teorica di vapore prodotta da* 1ch *di combustibile*.

Essendo, V, Θ note o determinabili per una data specie di combustibili; se si rappresenta con T_2 la temperatura con cui i gas riscaldanti abbandonano la caldaja, sarà

$$VCg(\Theta - T_2)$$

la quantità di calore perduta dai gas riscaldanti durante il loro contatto colla caldaja stessa.

Perciò, denominando a il numero dei chilogrammi d'acqua vaporizzata, quando si alimenta con acqua ad una temperatura θ inferiore a quella della vaporizzazione; ed a_1 l'analogo numero di chilogrammi d'acqua vaporizzata, quando si alimenti con acqua che ha già la temperatura t a cui vuolsi ottenere il vapore, sarà

$$a = \frac{VCg(\Theta - T_2)}{c}\,; \quad a_1 = \frac{VCg(\Theta - T_2)}{c_1}\,, \qquad (7)$$

i valori di c e c_1 sono dati dalle (5), (6).

Se in questi valori di a ed a_1 porremo per Θ il suo va-

lore dato dalla (2), e per c, c_1 quelli dati dalle (5), (6), e riterremo per semplicità $\theta=0$, si ha

$$a=\frac{1}{\gamma+\delta t}(C-\mathrm{V}Cg\ \mathrm{T}_2) \qquad (8)$$

$$a_1=\frac{1}{\gamma-(1-\delta)t}(C-\mathrm{V}Cg\ \mathrm{T}_1), \qquad (9)$$

in cui

$$\gamma=606{,}75 \quad , \quad \delta=0{,}2985. \qquad (10)$$

Si desume da queste espressioni, che

a) *La quantità di vapore prodotta da 1ch. di combustibile aumenta, aumentando la potenza calorifica di questo, e diminuisce aumentando il volume d'aria ammesso nel focolajo e la temperatura con cui il fumo abbandona la caldaja.*

L'aumento nel primo caso segue una ragione più rapida che la diminuzione nel secondo.

b) *Se si alimenta con acqua fredda, la quantità di vapore prodotta da 1ch. di combustibile diminuisce, aumentando la temperatura a cui si fa la vaporizzazione.*

c) *Se si alimenta con acqua già scaldata alla temperatura di vaporizzazione, la quantità di vapore prodotto da 1ch. di combustibile aumenta, aumentando la detta temperatura.*

L'osservazione che la quantità di vapore prodotta da 1ch. di combustibile diminuisce, aumentando il volume d'aria ammesso nel focolajo, regge solo in quanto che questo volume ecceda quello strettamente necessario a produrre una completa combustione.

Per fare una verificazione, applico le formole precedenti al caso in cui il combustibile sia *carbon fossile*, che è quello per cui si hanno le esperienze più accurate. I gas che abbandonano la caldaja hanno, in generale, una temperatura minore quando si alimenta con acqua fredda, che quando l'acqua di alimentazione ha già la temperatura di vaporizzazione, perchè in questo caso il fumo che abbandona la caldaja vaporaria deve riscaldare l'acqua contenuta nelle caldaje suppletorie.

Prendendo adunque dalla tabella del §. 1. i valori $C = 7500$, $V = 18$, ed assumendo per il caso della (8) la temperatura $T_1 = 550°$, e per il caso della (9) le temperature diverse $T_2 = 420$, $T_2 = 440$, $T_2 = 500$; inoltre, supponendo sempre $t = 160°$

$$a(T_1 = 550) = 8,5 \qquad (11)$$

$$\left.\begin{aligned} a'_1 &= a_1(T_2 = 420) = 10,19 \\ a''_1 &= a_1(T_2 = 440) = 9,90 \\ a'''_1 &= a_1(T_2 = 500) = 9,25. \end{aligned}\right\}. \qquad (12)$$

Siccome però il fumo evacuato nel camino deve avere una conveniente temperatura, proporzionata alla massa di esso ed alla sezione del camino, onde avvenga opportunamente la tirata, e può quindi nascere dubbio, o che il fumo che circola intorno alle caldaje suppletorie non possa scaldare una quantità d'acqua sufficiente alla alimentazione, o dopo questo riscaldamento non conservi una temperatura conveniente a produrre la tirata del camino, senza sussidio di mezzi meccanici, così mi parve conveniente il risolvere la seguente quistione:

Supposto che i gas riscaldanti abbandonino alla temperatura T_2 *la caldaja superiore, determinare la temperatura* z *a cui devono abbandonare le caldaje suppletorie, perchè riesca riscaldato un peso* Π *di acqua di alimentazione dalla temperatura* θ *alla temperatura* t. Sarà essa data dalla equazione.

$$VCg\ (T_2 - z) = \Pi(t = \theta). \qquad (13)$$

Osservo che, ad andamento stabilito, il peso d'acqua di alimentazione deve essere eguale al peso di vapore erogato dalla caldaja. Applicando perciò la formola (13) ai casi contemplati nelle (12), e ritenendo ancora $t = 160°$, si ha

$$\begin{aligned} T_2 &= 420° \;;\; \Pi' = a'_1 = 10,19 \;;\; z' = 142° \\ T_2 &= 440° \;;\; \Pi'' = a''_1 = 9,90 \;;\; z'' = 185° \qquad (13_a) \\ T_2 &= 500° \;;\; \Pi''' = a'''_1 = 9,25 \;;\; z''' = 248°. \end{aligned}$$

Il caso di a'_1 richiede l'uso del ventilatore, non essendovi convenienza di abbassare fino a 142° la temperatura dei gas col mezzo dei camini ordinarj.

Non si può quindi, nemmeno teoricamente, coi generatori disposti nel modo ordinario, senza sussidio di ventilatore, superare il limite di 10 *chilogrammi di vapore per chilogrammo di carbon fossile abbruciato.*

Nel caso di a''_1 ed a'''_1 si può produrre la tirata mediante i camini ordinarj, giacchè è noto, per la teoria della combustione, che si può ottenere la stessa velocità di efflusso per una data altezza di camino, facendo variare la sezione di esso nella ragione reciproca della radice quadrata della differenza fra la temperatura del fumo nel camino e la temperatura dell'aria esterna. Perciò, siccome le (8), (9), e quindi, le (11), (12), sono calcolate nell'ipotesi di $\theta = 0$, per i casi di $T_1 = 300°$, $z''' = 248°$, $z'' = 183°$ basterà allargare le sezioni nel rapporto di $(300)^{-\frac{1}{2}}$; $(248)^{-\frac{1}{2}}$; $(183)^{-\frac{1}{2}}$; ossia di 58 : 63 : 74 : per cui:

Aumentando meno di un terzo la sezione del camino, si può ottenere, alla temperatura di 183° *di fumo effluente, la stessa tirata che si aveva alla temperatura di* 300°.

Si può quindi, anche senza uso di mezzi meccanici per produrre la tirata, disporre il forno in guisa da ottenere circa 10 *chilogrammi di vapore dalla combustione di* 1 *chilogrammo di carbon fossile, alimentando con acqua scaldata dal fumo che abbandona la caldaja, prima che si versi nel camino.*

Se nelle formole (8), (9) si pone $V \pm v$ in luogo di V, e si rappresentano con Δ e Δ_1 le differenze rispettive fra i valori di a ed a_1 dati dalle dette formole, e quelle che risultano dopo la sostituzione indicata, è

$$\Delta = \frac{v\, C g J_2}{\gamma + \delta t}$$

(14)

$$\Delta_1 = \frac{v\, C g J_2}{\gamma - (1 - \delta) t}$$

Per rendere manifesta l'influenza del volume dell'aria, ho calcolato mediante le (8), (9), i valori di a, a'_1, a''_1 a'''_1, pei casi contemplati nelle (11), (12), ed ho ottenuto la seguente

Tavola delle quantità di vapore prodotte da 1^{ch}. *di combustibile per diverse temperature di fumo effluente, e diversi volumi d' aria ammessi nel focolajo.*

VALORE DI V.	ALIMENTAZIONE A FREDDO	ALIMENTAZIONE CON ACQUA ALLA TEMPERATURA DI VAPORIZZAZIONE		
	Valore di a $T_2 = 350°$	Valori di a'_1 $T_2 = 420°$	Valore di a''_1 $T_2 = 440°$	Valore di a'''_1 $T_2 = 500°$
$V = v$ { volume teorico	9,87	12,67	12,5	12,19
$V = \frac{3}{2} v$	9,10	11,43	11,2	10,72
$V = 2v$	8,52	10,19	9,9	9,25
$V = \frac{5}{2} v$	7,54	8,95	8,6	7,78
$V = 3v$	6,74	7,71	7,3	6,31
$V = \frac{7}{2} v$	5,98	6,47	6,0	4,84
$V = 8v$	5,20	5,23	4,7	3,37
Differenza costante				
$\Delta = \dfrac{\frac{1}{2} vCgT_2}{\gamma + \delta t}$	0,779			
$\Delta_1 = \dfrac{\frac{1}{2} vCgT_2}{\gamma - (1-\delta)t}$	. . . .	1,24	1,30	1,45

In questa tavola si è supposto che per $V = v$ e $V = {}^3/_2$ avvenisse egualmente bene e completamente la combustione, ciò che però d' ordinario non si verifica, almeno per il limite inferiore $V = v$. I risultati quindi corrispondenti a questi valori di V non contraddicono la proposizione desunta dalla (15_a).

Tenendo conto del caso di una combustione ordinaria, ed osservando che l'acqua di alimentazione sarà difficilmente scaldata fino alla temperatura della vaporizzazione, si può ritenere *la quantità teorica di vapore prodotto da* 1^{ch}. *di carbon fossile compresa fra otto e dieci chilogrammi.*

È mirabile la concordanza fra questo risultato teorico ed i risultati delle esperienze.

Da sessantuna esperienze di Cavé, sopra generatori di tipi e costruzioni diverse, registrate da Jullien nel suo *Trattato delle macchine a vapore*, risulta la media produzione di $6^{ch},80$ di vapore per 1^{ch}. di carbon fossile, e la massima produzione essere di $8^{ch},72$. Questa produzione massima poi, per carboni fossili scelti, ed una combustione bene regolata, fu portata fino a 10^{ch}. di vapore per 1^{ch}. di carbon fossile (*Bulletin de la Société d'encouragement*, T. XLII. pag. 561).

Osservando le (8), (9), si rileva che, supposto opportunamente costruito il focolajo secondo le condizioni imposte dai diversi combustibili, si utilizza meglio il calore svolto dalla combustione di quei combustibili per i quali il volume teorico d'aria occorrente diminuisce in una ragione più rapida di quello che diminuisca la potenza calorifica.

Se si considera, per esempio, la produzione di vapore ottenuta mediante la combustione di 1^{ch}. di legna disseccata (l'ottavo dei combustibili considerati nella tabella del §. 1.), ritenendo $V = 2v = 6,65$, $C = 3600$ e gli stessi valori di T_2, per cui furono calcolate le (11), (12), si ha

$$a = 5,3$$
$$a'_1 = 7,09$$
$$a''_1 = 7,08$$
$$a'''_1 = 7,05.$$

Perciò la *quantità teorica di vapore prodotta dalla combustione di* 1^{ch}. *di legna disseccata,* è *compresa fra cinque e sette chilogrammi,* a norma della temperatura dell'acqua di alimentazione.

Paragonando questi risultati a quelli ottenuti per carbon fossile, si ha la seguente conseguenza. La potenza calorifica della legna disseccata è minore della metà di quella del carbon fossile; il volume teorico d'aria occorrente per la prima è circa un terzo di quella occorrente per il secondo, e la produzione media di vapore, a peso eguale di combustibile, è per la legna due terzi di quella che dà il carbon fossile.

Per noi adunque, poco favoriti di combustibili fossili, e per il consumo delle macchine fisse, per le quali non è prescritta nè l'economia nella capacità del focolajo, nè quella per lo spazio necessario all'approvvigionamento di combustibile, la legna sarà il combustibile più conveniente, tutte le volte che il suo prezzo sia inferiore ai $\frac{2}{5}$ del prezzo pel carbon fossile.

La concordanza quasi assoluta, superiormente avvertita, fra i risultati teorici ed i sperimentali, lascierebbe supporre che non vi fossero, durante il contatto dei gas riscaldanti colla caldaja, cause di raffreddamento estranee a questo contatto. Giova però avvertire, che se per un lato non si evitano mai interamente queste cause di raffreddamento, d'altra parte vi è un compenso in ciò, che i numeri che danno la produzione pratica di vapore, superano sempre alquanto la vera. Di fatti questa produzione pratica si misura dal peso di acqua vaporizzata, ma il vapore, immediatamente dispensato dalla caldaja, trae sempre seco una porzione d'acqua finamente divisa e non vaporizzata. Lechatellier calcola la quantità d'acqua che trae seco 1^{ch}. di vapore a $0^{ch},2$, e Redtenbacher osserva che essa, per vaporizzazioni violente, come nelle locomotive, può facilmente elevarsi a $0^{ch},3$ ed anche $0^{ch},4$ (Redtenbacher, *Gesetze des Lokomotiv-baues*, pag. 55).

Articolo II.

Sistema senza circolazione di fluido riscaldato.

§. 1. *Formula di Redtenbacker per il calcolo della quantità di calore trasmessa in caldaja.*

Ritenendo il significato di *superficie diretta* di riscaldamento e *superficie indiretta*, ordinariamente accettato dai pratici, venne comunemente avvertito il maggior prodotto di vapore che, ad estensione eguale, dà la prima rispetto alla seconda.

Il sig, Redtenbacher, nella sua pregevolissima opera, *Gesetze des Lokomotiv-baues,* dimostrò, che per le caldaje delle

locomotive, che appartengono appunto al sistema senza circolazione di fluido riscaldato, *la quantità di calore trasmessa in caldaja, e quindi la produzione di vapore dipende solo dalla somma delle due superficie diretta ed indiretta, e non dalla loro estensione rispettiva, ossia dipende solo dalla superficie totale.*

Questo risultato consegue dall'ipotesi premessa dal signor Redtenbacher, per la quale considera il movimento dei gas nei tubi riscaldanti, come una continuazione del moto ascensionale di essi, partendo dalla griglia, nel focolajo, come se la caldaja della locomotiva fosse convertita in una caldaja tubulare verticale. Introdotta perciò una supposta continuità nel fenomeno, tutta la superficie di riscaldamento si comporta nello stesso modo, per cui la conseguenza è inchiusa nella premessa. Nondimeno, discutendo il signor Redtenbacher la sua ipotesi, dimostra come essa poco si scosti dalle condizioni reali.

Accettata la premessa del sig. Redtenbacher, si dimostra facilmente la di lui proposizione. Introduciamo a tal uopo le seguenti denominazioni, che conserveremo nel seguito di questa discussione.

Θ temperatura dei gas riscaldanti superiormente al combustibile,

T_1 temperatura con cui essi abbandonano la superficie di riscaldamento diretta,

T_2 temperatura con cui abbandonano la superficie di riscaldamento indiretta,

θ temperatura dell'aria esterna,

t temperatura della vaporizzazione,

F_1 la superficie di riscaldamento diretta,

Q_1 la quantità di calore trasmessa attraverso la medesima ogni 1'',

F_2 la superficie di riscaldamento indiretta,

Q_2 la quantità di calore trasmesso attraverso di essa nello stesso tempo.

$F=F_1+F_2$ la superficie di riscaldamento totale,

$Q=Q_1+Q_2$ la quantità di calore trasmessa attraverso della stessa.

Se si applicano alle F_1 ed F_2 le formole (29) e (31) del capo I, tenendo conto delle denominazioni sopra indicate, si ha

$$T_1 = t + (\Theta - t)\, e^{-mF_1}$$

$$Q_1 = AC\, (\Theta - t)\, (1 - e^{-mF_1})$$

$$Q_2 = AC\, (T_1 - t)\, (1 - e^{-mF_2}).$$

Ponendo in questa per T_1 il valore superiormente espresso, si ottiene

$$Q_2 = AC\,(\Theta - t)\, e^{-mF_1}\, (1 - e^{-mF_2}),$$

e sommando questo valore di Q_2 col precedente valore di Q_1, si ha finalmente

$$Q = AC(\Theta - t)\, (1 - e^{-mF}), \qquad (15)$$

la quale eguaglianza rappresenta la proposizione di Redtenbacher.

L'importanza di discutere i limiti entro cui essa è ammissibile, cresce pei generatori a focolajo interno, giacchè per questi, aumentando le dimensioni, crescono in ragione molto più rapida le difficoltà al consolidamento. Difatti, ammesso che sulla produzione di vapore non influisca, o pochissimo, l'estensione rispettiva della superficie diretta ed indiretta, ma solo la superficie di riscaldamento totale, si potrà evitare di dare ai focolaj interni dimensioni superiori a quelle richieste dalle condizioni di un conveniente consumo di combustibile, proporzionato alla prestazione desiderata dal generatore.

Procediamo perciò gradatamente nell'indagine propostaci.

§. 2. *Della quantità di vapore prodotta per ora e per metro quadrato di superficie diretta.*

Risulta dalle esperienze di Cristian che 1^{mm} di superficie di ghisa esposta al fuoco più violento, ed interamente immersa nelle fiamme, dà 100^{ch}. di vapore all'ora. Clement Desormes ottenne egual risultato per le caldaje di rame. Jullien (*Traité des machines à*

vapeur, pag. 148), calcola che un metro quadrato di superficie diretta valga a produrre 90^{ch}. di vapore all'ora, e Pambour trovò che, nell'egual tempo, un metro quadrato di superficie diretta produce una quantità di vapore tripla di quella che produce un metro quadrato di superficie indiretta.

È perciò, nonchè legittima, necessaria un'indagine teorica su tale argomento. La superficie di riscaldamento diretta riceve il calore raggiante trasmesso dal combustibile. Nei generatori a focolajo esterno di muro, si fa astrazione del calore disperso attraverso le pareti, perchè per la poca conducibilità di esse, paragonata alla facoltà assorbente ed emittente della loro superficie interna, è piccola la porzione del calore assorbito che trasmettono infuori. La rimanente porzione viene da esse restituita verso l'interno per continui scambj. La superficie diretta, oltre il calore raggiante, riceve altresì il calore che le è ceduto dai gas riscaldanti che vengono a contatto con essa. Il calore raggiante varrebbe ad elevare la massa A di aria alla temperatura $\alpha\Theta$, dove α rappresenta sempre il coefficiente di irradiazione. I fluidi riscaldanti, dovendo passare per la luce ristretta all'altare, premono contro le pareti interne, come se fossero stagnanti contro di essa.

Se questi gas fossero privati di tutta la porzione di calore che il combustibile ha facoltà di irradiare, la loro temperatura si ridurrebbe ad $(1-\alpha)\Theta$. Si avverta inoltre, che il maggior calore svolto dalla combustione, non si concentra nei gas e nell'aria bruciata ad immediato contatto col combustibile, ma che la temperatura massima di questi è ad una distanza dal combustibile stesso, che dipende dalla sua natura e dalla lunghezza della fiamma che genera. Quando per ciò il focolajo sia ben costruito e proporzionato alla natura e quantità del combustibile da abbruciare, è manifesto potersi ammettere il seguente

Principio: *L'effetto combinato del calore raggiante e del contatto dei fluidi riscaldanti colla superficie diretta equivale all'effetto che sarebbe prodotto dal contatto di un fluido stagnante contro di essa, ad una temperatura costante per tutti i punti di detta superficie, ed eguale a quella* (Θ) *che acquisterebbero i gas riscaldanti, se si concentrasse in essi tutto il calore svoltosi dalla combustione.*

È perciò applicabile a questo caso la formola (10) del capo I. Sarà quindi

$$Q_1 = \Gamma F_1 (\Theta - t), \qquad (16)$$

ossia, per la (2), capo II.

$$Q_1 = \Gamma F_1 \left(\frac{C}{VCg} + \theta - t\right). \qquad (17)$$

Queste espressioni rappresentano la quantità di calore trasmessa attraverso la superficie diretta in 1″. Moltiplicando per 3600 i valori che si hanno, ponendo in queste $F_1 = 1$, le espressioni risultanti danno la quantità di calore trasmessa per ora e per metro quadrato di superficie diretta. Perciò, denominando x il numero dei chilogrammi di vapore prodotti per ora e per 1^{mq} di superficie diretta, sarà

$$x = \frac{3600 \,.\, \Gamma(\Theta - t)}{c} = \frac{3600 \,.\, \Gamma}{c} \left(\frac{C}{VCg} + \theta - t\right), \quad (18)$$

in cui $c = \gamma + \delta t - \tau$, essendo τ la temperatura dell'acqua di alimentazione, ed avendo γ e δ i valori indicati dalle (10).

L'esame della (18) ci chiarisce le seguenti conseguenze:

1°. Il valore di x aumenta col valore del rapporto $\frac{C}{V}$, purchè V sia il volume d'aria appena sufficiente alla combustione completa. Perciò, per quanto fu avvertito nell'articolo I, §. 1, e risulta dalla tavola ivi calcolata, si deduce che *la quantità di vapore prodotta per ora e per metro quadrato di superficie diretta, non differisce di molto cambiando di combustibile*, purchè il focolajo sia convenientemente disposto rispetto alla natura ed alla carica del combustibile stesso. *A condizioni coordinate eguali, la legna sarebbe*, com'era a prevedersi per il già detto, *più vantaggiosa che i combustibili fossili ed il carbone di legna,* perchè per quella il rapporto $\frac{C}{V}$ ha il valore massimo.

2.° *Aumentando il volume* V *di aria, oltre quella occorrente alla completa combustione, diminuisce la produzione di vapore.*

3.° Per valutare l'influenza delle temperature di vaporizzazione e di alimentazione, osservo che, ponendo per c il suo valore nella (18), si può al valore di x dare la forma seguente

$$x = \frac{3600\,\Gamma.\Theta}{\gamma}\left(1 - \frac{\delta t - \tau}{\gamma} + \left(\frac{\delta t - \tau}{\gamma}\right)^2 - \left(\frac{\delta t - \tau}{\gamma}\right)^3 + \ldots\right)$$

Se $\tau > \delta\tau$, ossia se $\tau > 0{,}7015\,t$, i termini della serie fra parentesi, riescono tutti positivi, e quindi, in questa ipotesi, il valore di x aumenta aumentando t. Se invece è

$$\tau < \delta t, \qquad \text{ossia} \qquad \tau < 0{,}7015\,t,$$

i termini della serie hanno segni alternati.

In tal caso si può scrivere il valore di x sotto questa forma

$$x = \frac{3600\,\Gamma.\Theta}{\gamma}\left(1 - \Sigma\left(\frac{\delta t - \tau}{\gamma}\right)^i \frac{\gamma - (\delta t - \tau)}{\gamma}\right),$$

dove il segno sommario si riferisce ai diversi valori di i. Considerando il fattore

$$\frac{\gamma - (\delta t - \tau)}{\gamma},$$

si vede che il più piccolo valore positivo di esso corrisponde a $\tau = 0$. Anche in questo caso però, per i valori numerici di γ e δ, si vede che per i valori di t, eguali od inferiori a 865°, quel fattore ha sempre un valore positivo. Entro questo limite adunque, che supera ogni limite pratico, e nell'ipotesi di $\tau > \delta t$, il valore di x diminuisce aumentando il valore di t, e reciprocamente.

Perciò, *la produzione di vapore per ora e per metro quadrato di superficie diretta aumenta colla temperatura di vaporizzazione, o diminuisce all'aumentare di questa, secondo*

che la temperatura dell'acqua di alimentazione è superiore od inferiore ai tre decimi della temperatura di vaporizzazione.

Di qui si rende manifesto, come *cresce l'importanza di alimentare con acqua riscaldata, quanto più alta è la pressione a cui si debba ottenere il vapore.*

§. 3. *Concordanza fra i risultati pratici e quelli desunti dal principio teorico.*

Suppongo ancora che il combustibile sia il carbon fossile, perchè è quello su cui si hanno le maggiori esperienze. La tabella del § 1, articolo I, ci dà per esso $\Theta = 1280$. Nelle condizioni ordinarie, si è già visto nel capo I essere $\Gamma = 0{,}006$, ed assumo $t = 160°$. Osservo inoltre che, durante gli esperimenti fatti sulla vaporizzazione, non si alimenta la caldaja, ma si lascia consumare l'acqua fino ad una data depressione di livello, ed in seguito si misura l'acqua occorrente a restituire in caldaja il livello primitivo. Il peso dell'acqua consumata corrisponde al peso di vapore prodotto. Perciò assumo

$$o = \gamma + (\delta - 1)t.$$

Fatte quindi le sostituzioni nella (18), ottengo:

$$x = 48{,}7. \qquad (19)$$

Con una combustione ordinaria, a cui corrisponde la temperatura Θ qui assunta, non si possono ottenere che circa 49 chilogrammi di vapore per ora per 1^{mm} di superficie diretta.

Ma, come si è avvertito al principio del paragrafo precedente, i risultati di Cristian e di Clement Desormes suppongono un fuoco violento. Si è già fatta l'avvertenza nel § 1, art. I che, aumentando la carica di combustibile, diminuisce il volume d'aria che l'attraversa, e quindi aumenta la temperatura di esso.

Supponendo ridotto il volume d'aria a 10^{mmm} per $1^{ch.}$ di carbon fossile, e rappresentando con Θ_1 ed x_1 i valori di Θ ed x corrispondenti a questo valore di V, si ha dalla (1) $\Theta_1 = 2260$, e conservando i valori precedenti di t, o, si ottiene

$$x_1 = 91{,}6. \qquad (20)$$

Volendo paragonare questi due risultati teorici coi risultati pratici, si ricordi l'osservazione fatta alla fine del § 2, art. I,

che cioè l'acqua trasportata in istato di estrema suddivisione col vapore, aumenta colla violenza della vaporizzazione. Si rappresenti con ε la frazione di chilogrammo d'acqua trasportata per ogni chilogrammo di vapore. Denominando y il peso della mescolanza di acqua e vapore dispensata dalla caldaja per ora e per 1^{mm} di superficie diretta, sarà $(1-\varepsilon)y$ il peso del vapore, ed εy quello dell'acqua che trosporta seco; quindi

$$y = \frac{3600\ \Gamma(\Theta - t)}{(1-\varepsilon)\ c + \varepsilon t}, \qquad (21)$$

dove è sempre

$$c = \gamma + \delta t - \tau.$$

La (21) dà *il peso di vapore umido prodotto per ora e per metro quadrato di superficie diretta, qualunque sia la temperatura dell'acqua di alimentazione, e supposto noto il rapporto fra il peso di vapore ed il peso di acqua che trasporta.*

Si osservi che il valore di y si può mettere sotto la forma

$$y = 3600\ \Gamma \frac{\Theta - t}{c - \varepsilon(c-t)},$$

e quindi

$$y = 3600\,\Gamma \frac{\Theta}{c} \left\{1 + \Sigma \left(\frac{\varepsilon(c-t)}{c}\right)^i \right\}.$$

Essendo

$$c - t = \gamma - (1-\delta)\,t - \tau,$$

per i valori numerici di γ e δ, si vede che il valore numerico di $c-t$ è sempre positivo per le temperature ordinarie, e diminuisce aumentando t qualunque siano i valori di τ e di ε. Perciò, anche il valore della somma indicata fra parentesi diminuisce aumentando t.

Si ha perciò la proprietà, che *la produzione di vapore umido diminuisce, aumentando la temperatura della vaporizza-*

zione, qualunque sia la temperatura dell' acqua di alimentazione.

Facendo le applicazioni numeriche pe' due casi di $t = 160°$ e di $t = 100°$, e rappresentando con y il peso di vapore umido, quando $V = 18^{mmm}$ e con y_1 il peso analogo, quando $V = 10^{mmm}$, ritenendo sempre $\tau = t$, si ha la seguente tabella:

		$t = 160°$	$t = 100°$
$V = 18^{mmm}$	$\varepsilon = 0$	$x = 48{,}7$	$x = 47{,}5$
	$\varepsilon = 0{,}2$	$y = 56{,}5$	$y = 59$
	$\varepsilon = 0{,}3$	$y = 61{,}0$	$y = 62{,}9$
$\Theta = 1280$	$\varepsilon = 0{,}4$	$y = 67$	$y = 70{,}4$
$V = 10^{mmm}$	$\varepsilon = 0$	$x_1 = 91{,}6$	$x_1 = 87$
	$\varepsilon = 0{,}2$	$y_1 = 106$	$y_1 = 108$
	$\varepsilon = 0{,}3$	$y_1 = 114{,}5$	$y_1 = 115{,}14$
$\Theta_1 = 2260$	$\varepsilon = 0{,}4$	$y_1 = 125{,}5$	$y_1 = 129$

Questa tabella rende manifeste le proprietà sopraccennate, e mostra altresì la concordanza fra i risultati teorici e quelli dati dalle esperienze di Cristian e di Clement Desormes. Difatti avendo essi esperimentato a fuoco violento, ed ottenuto vapore umido, si devono confrontare quei risultati ai valori di y_1 dati dalla tabella stessa.

§. 4. *Quantità di calore che è trasmesso in caldaja attraverso la superficie indiretta, ed attraverso la superficie di riscaldamento totale.*

Si è già visto che, supponendo concentrato nei gas riscaldanti tutto il calore svoltosi dalla combustione, acquisterebbero

essi una temperatura Θ nota per ogni specie di combustione. Perciò sarà

$$A C \Theta$$

il calore contenuto da questi gas, dove A è sempre la massa di gas che attraversa in 1" una sezione dei condotti, e C il calore specifico di essi. Avendo questi gas ceduto, attraverso la superficie diretta, la quantità di calore

$$\Gamma F_1 (\Theta - t),$$

sarà

$$A C \Theta - \Gamma F_1 (\Theta - t)$$

la quantità di calore che conserva la massa A di gas che abbandona la superficie diretta. Ma questa quantità di calore è anche rappresentata da

$$AC\, T_1 .$$

Eguagliando per ciò queste due quantità, se ne deduce.

$$T_1 = \Theta - \frac{\Gamma F_1}{AC} (\Theta - t), \tag{22}$$

che ci dà *la temperatura con cui i gas riscaldanti abbandonano la superficie diretta,* e quindi ricordando la denominazione $m = \frac{\Gamma}{AC}$, è

$$T - t = (\Theta - t)\ (1 - mF_1). \tag{23}$$

Applicando ora la formola (31) del capo I alla trasmissione del calore attraverso F_2 si ha

$$Q_2 = AC\ (T_1 - t)\ (1 - e^{-mF_2}),$$

in cui e è, come al solito, la base dei logaritmi iperbolici, ossia, per la precedente.

$$Q_2 = AC\, (\Theta - t)\ (1 - mF_1)\ (1 - e^{-mF_2}). \tag{24}$$

Sommando quindi questo valore di Q_2 col valore di Q_1 dato dalla (16), si ha

$$Q = (\Theta - t) \left\{ \Gamma F_1 + AC(1 - mF_1)(1 - e^{-mF_2}) \right\},$$

ossia, restituendo invece del fattore m, che moltiplica F_1, la quantità che rappresenta,

$$Q = (\Theta - t) \left\{ AC(1 - e^{-mF_2}) + \Gamma F_1 e^{-mF_2} \right\}. \qquad (25)$$

Le (24), (25) danno le quantità di calore trasmesse ogni 1" in caldaja attraverso la superficie indiretta ed attraverso la superficie totale.

§ 5. *Confronto dei risultati che si hanno, tenendo o non tenendo conto dell' influenza della superficie diretta.*

La formola (15) dà, secondo la proposizione di Redtenbacher, *la quantità di calore trasmessa in* 1" *in caldaja, non tenendo conto dell' influenza della superficie diretta*. La (25) offre *la stessa quantità, tenendo conto di questa influenza*. Rappresentando con Q', Q" i valori di Q dati dalle due formule, poste tutte le altre circostanze identiche, si può, mediante le (2), (3), dare ad esse la forma seguente:

$$Q' = VgpC \left(\frac{C}{VgC} - t\right)\left(1 - e^{-\frac{\lambda}{V}\cdot\frac{F}{P}}\right) \qquad (26)$$

$$Q'' = \left(\frac{C}{VgC} - t\right)\left\{VgpC\left(1 - e^{-\frac{\lambda}{V}\cdot\frac{F_2}{P}}\right) + \Gamma F_1 e^{-\frac{\lambda}{V}\cdot\frac{F_2}{P}}\right\}. \qquad (27)$$

Per paragonarle, faccio due applicazioni numeriche. Nelle locomotive, la superficie del focolajo fu ridotta ad $\frac{1}{13}$ della superficie totale. Dietro Fairbairn (*Useful information for Engineers*), una buona disposizione per macchine fisse è di adottare per superficie di riscaldamento diretta un undicesimo della

superficie totale. Nelle caldaje marittime questo rapporto è spinto ad $\frac{1}{8}$, ed anche fino ad $\frac{1}{6}$. Anzi il sig. Sochet, nel suo *Rapporto al ministro della marina* nel 1845, addita il rapporto $\frac{1}{6}$ come il più conveniente. Io suppongo $F=78^{mm}$, che è una misura abbastanza ordinaria per le locomotive a corse accelerate, e tratto i due casi corrispondenti ai rapporti

$$\frac{F_1}{F}=\frac{1}{13} \quad \text{ed} \quad \frac{F_1}{F}=\frac{1}{6}.$$

I. CASO. $\frac{F_1}{F}=\frac{1}{13}$.

Suppongo che il riscaldamento avvenga col carbon fossile, che la combustione sia ordinaria, e che il vapore debba ottenersi alla pressione di sei atmosfere nominali e cinque effettive. In tal caso si potrà ammettere che si abbrucino 4 chilogrammi di carbone per ora e per metro quadrato di superficie totale, e che il volume d'aria ammesso nel focolajo sia il doppio del volume teorico.

Si avranno perciò, per il calcolo delle (26), (27), i seguenti valori particolari.

$$F_1=6 \;,\; \frac{F_1}{F}=\frac{1}{13} \;,\; \frac{F_2}{F}=\frac{12}{13} \;,\; C=7500 \;,\; V=18 \;,\; t=160^{\circ}.$$

$$\frac{F}{P}=0{,}25 \;,\; P=312 \;,\; p=0{,}086 \;,\; \frac{F_2}{P}=\frac{F_2}{F}\cdot\frac{F}{P}=0{,}23\,;$$

ricordando poi i valori numerici di Γ, g, C, λ dati dalle (15), e calcolando in serie l'esponenziale, si ha

$$e^{-\frac{\lambda F}{VP}}=e^{-0{,}92}=0{,}399$$

$$e^{-\frac{\lambda F_2}{VP}}=e^{-0{,}846}=0{,}429.$$

Fatte quindi le sostituzioni, si ottiene

$$Q'=339{,}18$$

$$Q''=340{,}00$$

$$\frac{Q''-Q'}{Q'}=0{,}0065.$$

II. CASO $\frac{F_1}{F}=\frac{1}{6}$.

Ammettendo tanto la superficie diretta quanto il consumo di combustibile prossimamente proporzionali all'ampiezza della griglia, ne viene che, per questo caso, si può ritenere una griglia ed un consumo di combustibile prossimamente doppio che nel caso precedente, e quindi che si abbrucino otto chilogrammi di carbon fossile per ora e per metro quadrato di superficie totale. In tal caso ammetterò che il volume d'aria ammesso nel focolajo sia ridotto solo a $^5/_8$ del volume teorico. Conservando quindi gli stessi valori numerici di C, t, Γ, g, c, λ, avremo altresì per questo caso

$$F_1 = 15 \;,\; \frac{F_1}{F} = \frac{1}{6} \;,\; \frac{F_2}{F} = \frac{5}{6} \;,\; \frac{F}{P} = 0{,}125 \;,\; \frac{F_2}{P} = 0{,}104$$

$$V = 15 \;,\; P = 624 \;,\; p = 0{,}175 \,,$$

e quindi

$$Q' = 425{,}50$$

$$Q'' = 485{,}16$$

$$\frac{Q'' - Q'}{Q'} = 0{,}07 \;.$$

Considerando queste due applicazioni si vede che la differenza $\frac{Q''-Q'}{Q'}$ è insensibile per quelle caldaje per cui $\frac{F_1}{F} = \frac{1}{13}$, che è il caso a cui si approssimano le locomotive. Per ciò la proposizione di Redtenbacher è appunto perfettamente attendibile per le caldaje per cui fu proposta. Del resto, anche per $\frac{F_1}{F} = \frac{1}{6}$, la detta differenza è molto piccola. Si vedrà però nel § 9 come, in onta a questa piccola differenza sull'effetto totale, si renda nondimeno manifesta in questo caso l'influenza della superficie diretta.

§. 6. *Indagine sull'estensione più opportuna della superficie diretta.*

Si presenta qui la dimanda, se esista *un valore di* F_1 *che, per un'eguale trasmissione di calore, renda massimo o minimo il valore di* F. Per risolverla, osservo che alla (27), ponendo per semplicità Q in luogo di Q'', si può dare la forma

$$Q = M(1 - e^{-mF_1}) + N F_1 e^{-mF_1},$$

dove m ha il noto valore registrato nelle (3), ed

$$\begin{aligned} M &= \left(\frac{C}{\sqrt{gC}} - t\right) \sqrt{g}\, Cp = AC(\Theta - t) \\ N &= \left(\frac{C}{\sqrt{gC}} - t\right) \Gamma = \Gamma(\Theta - t), \end{aligned} \tag{28}$$

e ponendo nella precedente $F - F_1$ in luogo di F_2,

$$Q = M\left(1 - e^{-m(F-F_1)}\right) + N F_1 e^{-m(F-F_1)},$$

e risolvendo questa rispetto ad F, si ottiene

$$F = F_1 + \frac{1}{m} \log. \frac{N F_1 - M}{Q - M}. \tag{29}$$

Da questa si desume

$$\frac{dF}{dF_1} = 1 + \frac{1}{m} \frac{N}{N F_1 - M},$$

eguagliando il valore di questa differenziale a zero, e sciogliendo la resultante rispetto ad F_1, si ha

$$F_1 = \frac{M}{N} - \frac{1}{m},$$

e poichè per i valori (28)

$$\frac{M}{N} = \frac{AC}{\Gamma} = \frac{1}{m},$$

la $\frac{dF}{dF_1} = 0$ ha per radice $F_1 = 0$.

Dalla (29) si ha

$$\frac{d^2 F}{d F_1^2} = \frac{1}{m} \cdot \frac{-N^2}{(N F_1 - M)^2}.$$

(continua)

OSSERVAZIONI E RICERCHE ASTRONOMICHE SULLA GRANDE COMETA DEL GIUGNO 1861; DISCORSO DEL P. ANGELO SECCHI.

(Letto alla Pontificia Accademia Tiberina il 12 Agosto 1861).

En general, les différentes apparences que présentent les comètes, leur noyau, leur nebulosité, leur queue peuvent fournir aux astronomes munis de puissants instruments le sujet d'interessantes recherches, qui agrandiront le cercle de nos connaissances relatives à la physique du ciel.

Bessel ***Mem. sur la const physique de la comète d' Halley*, in fine.**

Colle citate parole il celebre Bessel formolava precisamente quale dovea esser per l'avvenire lo studio da fare e il frutto da sperare dalle ricerche sulle comete. Questi astri stati per gli antichi soggetto di noncuranza perchè creduti semplici fenomeni sublunari e meteore transitorie, e riconosciuti per corpi cosmici da appena due secoli, hanno occupato quasi esclusivamente gli astronomi fino a noi intorno a ciò che riguardava la parte teorica de' loro moti, onde poca o almeno non proporzionata attenzione si è fatta alla lor costituzione fisica; che se pure non è mancato chi siasene occupato, l'imperfezione degli strumenti e le inesatte nozioni di fisica de' tempi scorsi non hanno permesso di riconoscerne sufficientemente la struttura, nè di penetrarne i misteri. Ma una volta assicurati gli astronomi della loro realtà e permanenza cosmica, e provato come essi compievano il loro giro attorno al sole in virtù della medesima forza con cui circolano i pianeti, e colle medesime leggi, poterono con maggior sicurezza studiare la loro costituzione fisica, e le grandi questioni che sollevano le loro forme singolari, a spiegar le quali le sole forze che ne reggono il corso sembrano insufficienti. Pertanto fin dal suo nascere lo studio fisico

delle comete fu connesso con le grandi questioni sulla natura degli spazii planetari, sulla materia de' cieli, e su quell'etere che tutto riempie l'universo ed è l'agente universale della creazione, e che qual anima viva, ne *agita la mole e si mesce al suo gran corpo,* onde vediamo il gran Newton e tutta la sua scuola occuparsene con sommo impegno. Che se la difficoltà del soggetto fece a più d'uno disperare il successo e pronunziò vani quegli sforzi; mutati come ora sono i lumi scientifici, cresciute e chiarite le cognizioni delle forze che reggono la materia, su basi novelle, possiamo attaccare nuovamente il problema con qualche speranza di miglior fortuna.

Tali adunque sono le questioni che ora sorgono in mezzo agli uomini della scienza all'apparire di una cometa, e mentre il volgo si tormenta e scervella per indovinare eventi coi quali esse nulla hanno di connessione, lo scienziato ricerca quale indizio esse gli porgano di forze, ignote forse finora, che animano la natura, e cerca se per lor mezzo gli venga dato di sollevar alcuna parte del velo che la ricopre. Siccome però ogni studio teorico deve aver per base fatti precisi, senza cui non teorie, ma sogni vengono a fabbricarsi, così il principale studio degli astronomi dei nostri tempi forniti di grandi strumenti è di descrivere e notare accuratamente i fenomeni osservati, per ridurli a leggi sicure, giovandosi in ciò non solo di esatte misure, ma anche di ben fatti disegni, dei quali non è mai troppa la copia. Un grande impulso a questo studio è stato dato tre anni sono dalla famosa apparizione della gran cometa di Donati nel 1858, i cui fenomeni, confrontati cogli osservati nelle comete precedenti, si è rilevato essere assai meno varii e irregolari che a prima vista non si sarebbe creduto, e perciò sono soggetti a certe leggi complicate bensì, ma sicure, il che è già un gran passo per formularne la spiegazione. Ed anche opportunissima è apparsa la cometa attuale che alcuni dati ci ha somministrati da saggiare le teoriche, che in tanta copia vennero proposte ad occasione di quella. Cominciamo dunque anche noi dal descrivere i fenomeni osservati in questa per passare poscia a dire alcuna cosa sul suo corso e su la spiegazione dei fatti osservati.

Storia delle apparenze della Cometa.

La cometa (come è noto) apparve nel nostro emisfero la prima volta a tutti improvvisa la sera del 30 giugno pp. e la festa corrente diede occasione di distinguerla col nome di cometa di S. Pietro. Gli astronomi non furono in vederla prima punto più privilegiati degli altri. Anzi con non piccolo dispiacere io non me ne accorsi quella sera se non tardi, poichè occupato nella osservazione del minutissimo pianetino novello *Esperia*, soltanto dopo finita questa affacciatomi alle ore 9 e un quarto al cielo aperto, restai sorpreso alla vista della immensa colonna di luce argentea che sorgeva al Nord-ovest, sì vasta ed alta che la presi da prima come fumo di qualche fuoco artificiale, di cui non molto dianzi facevansi sentire le esplosioni in città. Ma dopo un istante di attenzione non tardai a riconoscere l'astro novello. L'immenso strascico di luce si estendeva allora fin oltre la stella polare, e la sua larghezza era almeno quanto la massima nella Via Lattea, ma di essa era assai più vivo. L'estrema bassezza dell'astro che già col capo si avvolgeva nella nebbia dell'orizzonte, non permise altra osservazione fuor d'una determinazione provvisoria della sua posizione al grande equatoriale, che si trovò essere a 9^h 40^m t.m. Asc. R. 6^h 37^m declin. 45°. 57', onde era nella costellazione della Lince, ove essa confina coi Gemelli e col Cocchiere. La nebbia in cui presto si nascose, impedì di esaminare la forma del nucleo che appariva come una viva fiamma circondato da nebulosità di almeno 20' di diametro.

Molti ha sorpreso la sua repentina apparizione, ma la cosa facilmente si spiega trovando con calcolo retrogrado il luogo che la cometa dovea avere la sera innanzi: rilevasi in fatti che per Roma essa dovea tramontare 40^m circa dopo il sole, e che la sua coda restava distesa assai presso dell'orizzonte, onde quella sera dovea essere immersa nella nebbia per la massima parte e solo potevasi un poco meglio distinguere alla mattina; e infatti non è mancato chi quella notte ne vedesse traccia (1);

(1) Fra gli altri il sig. cav. Giachetti capitano del porto di C. Vecchia,

ma prima essa era invisibile affatto, stando sull'orizzonte insieme col sole e tramontando prima di esso.

Dalle notizie arrivate posteriormente si è poi saputo che essa avea visitato prima l'emisfero australe, e che il sig. Liais l'avea osservata al Brasile dall'11 al 18 giugno, e che fin d'allora presentava un' immensa coda di 40° nella costellazione del Lepre: e il P. Cappelletti la vide a Santiago del Chili il giorno 4. Ivi essa nasceva prima del sole, ma per la nostra diversa posizione geografica qui nasceva dopo di esso e perciò ci era restata invisibile essendo immersa nei suoi raggi fino ad uscirne arrivata che fu alla Lince.

Quella grandezza straordinaria ci fece presentire che essa dovea essere a noi vicinissima, e perciò tutte le osservazioni erano importanti. Non ostante che la testa fosse già all'orizzonte, si aspettò che più si oscurasse il cielo e si determinò con maggiore accuratezza la direzione e la lunghezza angolare della coda. Presso la mezzanotte la testa della cometa era un 1° 10′ sotto l' orizzonte, e la coda colla sua parte più larga sorpassava di 10° la stella polare: questa parte era a modo di ventaglio largo 8°, e sensibilmente retto o piuttosto fusiforme, restringendosi un poco verso la sommità ove era larga circa 6° (v. *Tav. IV*, *fig.* 1). A un terzo circa della larghezza, contando da levante, la coda prolungavasi in una specie di gran raggio o trave molto meno lucente del resto e largo poco più di un grado e mezzo; molto meglio terminato dal lato di levante che di ponente passava rasente α della Lira (cui lasciava a levante) e prolungavasi fino al primo ramo della Via Lattea sul parallelo di ζ ed ϵ dell'Aquila, ove comunemente si vedeva terminare; benchè in alcuni momenti paresse prolungarsi fino al secondo ramo della Via alla stella θ del serpente (A.R = 6^{or} 47^{m}: Decl. = + 4°.5′). Onde essa era lunga 118° costantemente, e talora vedevasi di 138°! Questa sarebbe la coda più lunga di cui resti memoria nelle storie, ma è noto che tale elemento molto dipende dalla chiarezza del cielo, e questo lungo razzo sembra non esser stato guari veduto che in pochi siti fuori

il quale non me ne diede avviso credendola un getto di aurora boreale, come già altra volta gli era avvenuto per le aurore del settembre 1859.

di Roma, poichè si limita la sua lunghezza comunemente a 45° (1). È da notarsi che il getto più lungo non era un semplice restringimento dell'ampia coda, ma pareva una parte isolata e indipendente dall'altra apparendo assai ristretto al punto del prolungamento, e divergente alquanto a maggior distanza, come meglio si potè rilevare nelle sere seguenti.

Nella mattina appresso, cioè 1° luglio alle 2 antimeridiane la testa era già assai alta sopra l'orizzonte per poterne fare qualche osservazione, e fu incessantemente seguitata fin presso al nascere del sole. Il suo capo presentava un nucleo ben distinto e terminato di color gialletto, da cui uscivano getti di luce o razzi disposti a ventaglio di color rosato, e tutto attorno avvolti da una densa nebbia bianca che era più viva e lucida nella direzione de' raggi (v. *fig*, 3). Il nucleo non era rotondo, ma sensibilmente schiacciato; il suo diametro maggiore era diretto trasversalmente alla coda (2), e fu trovato 10",05 da 3 misure molto accurate al micrometro filare. Il ventaglio de' getti luminosi dalla parte del sole aveva una apertura di circa 90, e la lunghezza de' getti era 1' 55". Tutto questo era involto da un arco parabolico di nebbia sensibilmente più lucida dal fondo, e distante dal nucleo 3' 11". Talora un altro arco più debole e più lontano pareva includere il primo, ma era difficile l'afferrarne la separazione perchè una nebbia confusa e di limite incertissimo si estendeva per tutto un raggio di oltre 15', i cui limiti, trovaronsi grandemente diversi secondo la forza del cannocchiale. Al crescere della luce crepuscolare andava svanendo rapidamente la luce dell'atmosfera cometaria, e anche quella del nucleo, e alle 3^h 40^m antim. non altro restava che il nucleo sormontato da' suoi getti assai più deboli e rossastri. Esso rassomigliava allora a un globo rovente la cui parte superiore fosse infiammata, come vedesi talora accadere in una pallottola di polveri pirie, o altra preparazione

(1) Il sig. Challis l'ha veduta di 72° a Cambridge. La descrizione datane dal sig. Goldschmit è pure assai somigliante a quella che vedemmo noi. V. *Cosmos*, 26 Luglio 1861.

(2) Ciò fu osservato alcune sere anche in quella di Donati. V. *Cooper obs.* ec.

usata nei fuochi di artificio, che venga accesa solo per metà. Ma presto fu tanto indebolito, che perdemmo la speranza concepita di poterlo osservare al meridiano in pieno giorno, benchè potesse vedersi fino alle 6^h antim. (v. *fig.* 11).

Mi sono fermato alquanto nella descrizione di queste apparenze, perchè le stimo della più alta importanza per lo studio fisico di questi corpi, e perchè richiamavano alla memoria quanto si era già osservato nella cometa del 1858 e in altre.

L'indebolimento della luce della cometa all'apparire dell'alba, ci fece rilevare l'enorme differenza che passa tra la luce imprestata di questi astri, e la propria delle stelle, poichè mentre la cometa era ormai perduta, la stella α della Capra, non molto distante, brillava ancora ad occhio nudo, e qual piccolo sole splendeva nel refrattore: anzi può argomentarsi quanto sia la lor luce più debole di quella de' pianeti stessi che in pari circostanze continuano a vedersi vivacissimi, e la differenza risalta vieppiù se si confronti col pianeta Venere, il quale essendo lontano dal sole poco meno di quanto era allora la cometa, e distante molto più di lei dalla terra, pure suole splendere brillantissimo anche ad occhio nudo.

Ma continuiamo la storia dei fenomeni osservati.

Alla sera dello stesso giorno 1° luglio la cometa apparve assai luminosa e alle ore 8^h 30^m si vedeva ad occhio nudo, e nel refrattore pareva la fiamma di un becco di gas a ventaglio (v. *fig.* 9). L'angolo del ventaglio (1) stesso misurato si trovò di 156° di apertura; assai vivaci o rettilinei erano i due getti estremi, ma verso il mezzo una massa più viva di luce slanciavasi dal nucleo con molto maggiore intensità. Fatto che fu più oscuro, apparve il ventaglio accompagnato da una moltitudine di getti di nebbia lucida meno vivace de' raggi stessi, ma, estendentesi a molto maggior distanza. Allora i getti estremi, e singolarmente il sinistro apparente, ossia il boreale (destro vero) comparve decisamente curvato a modo di virgola e ri-

(1) Adopriamo la parola ventaglio a preferenza di quella di settore, usata da altri, perchè non era punto uniforme in vivacità, ma rigato come appunto i ventagli. In questa materia non è poco avere un linguaggio uniforme e preciso.

volto indietro (v. *fig.* 4) esso era lungo 40″ 15 e prolungato in un'ampia nebulosità similmente ricurva. Quasi nel mezzo di questi, in direzione di 53° era un forte getto di raggi assai vivi rettilinei lunghi 44″,07 e in direzione diametralmente opposta ad esso trovavasi uno spazio più scuro chiuso da due raggetti assai men vivi, e divergenti di 75°. La direzione della massima nerezza non era nel mezzo, ma più presso al raggio sinistro, e non corrispondeva alla direzione dell'ombra del nucleo: però sì fatto spazio era lungi dall'essere assolutamente nero, e vedevasi assai sparso di luce sfumata. Tutto il grande ammasso di raggi era anche questa sera inviluppato da un ampio arco parabolico, il cui vertice esteriore fu stimato distante dal nucleo 2′ e un quarto circa, ma il suo limite superiore era sorpassato dai getti di nebbia viva che formavano il prolungamento de' getti più vivaci e inflammati del mezzo.

La forma generale della cometa era dunque notabilmente mutata, da quella veduta nel mattino, benchè sostanzialmente ritenesse le medesime forme caratteristiche. Però il nucleo era stranamente cambiato ed assai diminuito, cioè ridotto a soli 6″15: anzi misurato con un ingrandimento di 400 volte, sarebbe stato soli 3″.03, ma la prima misura è preferibile perchè fatta collo stesso oculare del mattino (1). L'apparire però il nucleo rapidamente mutato e di dimensioni diverse secondo la forza dell'oculare, è abituale nella storia delle comete, e forma una prova decisiva, che quello che noi chiamiamo con tal nome, non è un corpo solido, ma una semplice massa più densa, di limiti assai incerti e diffusi: e ne avremo presto prove di altro ordine anche più convincenti (2). Questa sera pure non appariva sì ben terminato come la mattina, nè anche veduto coll'ingrandimento di sole 200 volte, benchè buona fosse l'aria; pareva bensì ancora ovale, ma coll'asse maggiore nella direzione della coda; cioè perpendicolare a quella della mattina.

(1) Se nel mattino non avessi fatto l'osservazione in circostanze veramente esimie, sarei stato quasi tentato a sospettarvi errore: ma ciò non era possibile. Il disco si vedeva allora come quello di un vero pianeta e non meno deciso e bello di quello che più volte io abbia veduto Saturno o Urano, e la misura fu presa nel crepuscolo.

(1) V. Bessel, mem. citata: le grandi diversità nelle misure nella cometa Donati si devono alla stessa causa.

Una stella di 9ª grandezza passata a 4′5″ dal nucleo si vide trasparire benissimo attraverso la folta nebulosità.

La coda ad occhio nudo questa sera era mutata non poco; la sua lunghezza arrivava alle 3 lucide del Toro di Poniatowski ed aveva perciò soltanto 116°: la parte più grande si estendeva poco oltre α Orsa maggiore, ove era larga quanto la distanza di questa stella dalla β sua compagna, e toccava col lato occidentale β Orsa minore e di là prolungavasi fino alle tre stelle suddette; la parte prolungata era assai stretta al luogo del distacco e appariva essere il prolungamento quasi del lato orientale della coda stessa e non di una parte presso il suo mezzo come la sera precedente. Connettendo le apparenze ad occhio nudo con quelle dentro il cannocchiale, appariva che la parte lunga della coda era un prolungamento del getto curvilineo che usciva dal nucleo al lato boreale. La vivacità della coda era circa la metà di ieri.

Nella sera seguente 2 luglio l'apparenza della cometa nel cannocchiale non era sostanzialmente mutata; solo era più deciso lo spazio nero dietro il nucleo e pareva più aumentata la nebulosità de' getti di mezzo, che confondevasi coll'alone parabolico, in un modo assai indeciso e difficile ad afferrare, tanto che se ne fecero tre figure tutte diverse, onde vi si sospettò una rapida agitazione della materia; i razzi vivi di mezzo parvero più corti di ieri sera e l'arco stesso era tronco dalla parte destra, (cioè australe), (v. *fig.* 5). Il nucleo era sempre sfumato, e fu trovato di 4″09 coll'ingr. di 400 volte, e con 600 era ridotto a 2″75, e avendo provato (giacchè l'aria era ottima) l'ingrandimento di 1000 volte, tutta la sua massa si risolvette in una sfumatissima nebbia di 2″ al più di diametro, che appena riteneva solo i contorni principali del globetto e del ventaglio (1). Ad occhio nudo questa sera apparve assai bene la struttura della coda, e si riconobbe facilmente esser veramente doppia, cioè composta di un ampio pennacchio

(1) V. *fig.* 10. Quanto non sarebbero stati sorpresi al vedere così ridotta la cometa quelli che credevano che nel gran refrattore si sarebbe potuto vedere un sole o almeno una luna!

(*continua*)

PATTI D'ASSOCIAZIONE

Del NUOVO CIMENTO si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, corredati di un'indice.

Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:

Per tutto il Regno Italiano, franco fino al destino, Lire Italiane 16. 80
Per gli altri Stati fuori d'Italia, come sopra . . . . . . » 25 —

Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento dovrà farsi per semestri anticipati, cioè una metà a tutto Gennajo, ed un'altra a tutto Luglio di ciascun anno.

Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intiera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.

Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.

Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla Direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intiera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prezzo di associazione.

La compilazione del NUOVO CIMENTO si fa a Torino ed a Pisa nel tempo stesso, dal Prof. R. Piria per la Chimica e le Scienze affini alla Chimica; dal Prof. C. Matteucci per la Fisica e per le Scienze affini alla Fisica. L'amministrazione, la stampa e la spedizione sono affidate alla Tipografia Pieraccini a Pisa. *Giuseppe Frediani* è il Gerente.

In conseguenza le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti, ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno esser dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente *G. Frediani — Tipografia Pieraccini*.

Le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici ed altri stampati riguardanti la Chimica dovranno dirigersi, *franchi di Posta*, a Torino — *Al Prof.* R. PIRIA.

Similmente le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici e gli altri stampati di argomento spettante alla Fisica dovranno essere diretti, *franchi di Posta*, a Pisa — *Al Prof.* C. MATTEUCCI.

Le associazioni si ricevono dai seguenti

TORINO — G. B. Paravia e Comp.
FIRENZE — G. P. Vieusseux.
PIETRASANTA — Fratelli Bartalini.
ROMA — Gio. Francesco Ferrini.
BOLOGNA — Marsigli e Rocchi.
MODENA — Carlo Vincenzi.
REGGIO DI MODENA — Stefano Calderini.
PARMA — Giovanni Adorni.
MILANO — Gaetano Brigola.
VENEZIA — Gaetano Brigola
TRIESTE — Colombo Coen.
NAPOLI — Giuseppe Dura, Strada di Chiaja N. 10.
MESSINA — Antonio di Stefano.
PARIGI — Mallet-Bachelier, Quai des Augustins, 55.
VIENNA — Braumüller.

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

DIRETTORI

C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G. MENEGHINI

COLLABORATORI

S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA
G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI
P. E P. SAVI, Q. SELLA, C. STUDIATI

COLLABORATORE E REVISORE
A. FORTI

Tomo XIV.

NOVEMBRE E DICEMBRE

(Pubblicato il 14 Marzo 1862)

1861

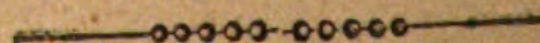
TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
F. PIERACCINI

INDICE

MEMORIE ORIGINALI

TRADUZIONI ED ESTRATTI



SULLA ELETTRICITA' ATMOSFERICA; DEL P. A. SECCHI.

Per esplorare l'elettricità atmosferica oltre il solito conduttore fisso fornito di molte punte di platino, si usa ora al Collegio Romano il conduttore mobile. Sulla sommità del braccio occidentale della Chiesa di S. Ignazio, che resta ad un'altezza di $40^m,5$ sopra la strada, e 21^m sopra le case sottoposte, si è eretta una piccola torretta alta $2^m,50$ sopra del comignolo della fabbrica. Essa nell'interno forma una cameretta larga $1^m,20$ e lunga $1^m,80$ destinata esclusivamente alle sperienze elettriche: quattro finestre volte ai quattro venti principali permettono di veder tutto intorno l'orizzonte liberissimo: una porzione di tetto è amovibile a piacere onde fare studii speciali di elevazioni di corpi in aria, ec.

Il conduttore elettrico consiste in un tubo di ottone del diametro di 20 millimetri sormontato alla cima da una palla di 14 centimetri di diametro, sotto la quale a poca distanza è attaccato un cappello pure di ottone di 12 centimetri di diametro, destinato ad impedire che la pioggia entri pel foro del tetto quando l'asta è abbassata. Il conduttore è sostenuto alla sua estremità inferiore da una colonna di vetro inverniciato, e questo isolatore è piantato sulla cima di una larga asta di legno, la quale resta per la massima sua parte sotto al pavimento della torretta, e quivi scorre su e giù tra due guide, equilibrata con un peso, mediante una corda d'alcune carrucole.

Così tutto il sistema può alzarsi ed abbassarsi alla massima facilità per lo spazio che si vuole, e ritiene stabilmente la posizione che gli è data: in pratica la corsa è limitata a un metro da due ostacoli fissi che incontra l'asta, ma, rimossi questi, può aversi anche una corsa maggiore della suddetta. La parte inferiore del conduttore è messa in comunicazione con un elettroscopio a pile secche, in cui i moti della foglia d'oro si osservano col microscopio, nel cui oculare è un reticolo di varii fili che serve di scala: ogni divisione del reticolo equivale a un moto della foglia di $\frac{3}{4}$ di millimetro.

Volendo fare l'osservazione, si pone l'occhio al microscopio, e colla mano sinistra si alza o si abbassa l'asta per lo spazio suddetto, e si notano le divisioni del micrometro che la foglia ha percorso. Per avere un'idea della forza assoluta, diremo, che 5 elementi di una pila rame e zinco a corona di tazze caricata ad acqua pura, fa deviare la foglia di $\frac{1}{4}$ di divisione.

In fondo questo non è che il conduttore mobile del sig. Palmieri, e la sola differenza consiste nell'aver noi trasportato il meccanismo del moto tutto sotto del pavimento della stanza, onde così il conduttore è tutto libero ed isolato, nè è costretto a strisciare contro le molle metalliche, come nell'apparato del Palmieri, il che pure poteva dar luogo a qualche obbiezione. L'asta metallica passa liberamente per un foro di 8 centimetri fatto nel tettarello di lavagna, il quale foro è circondato di vetro per sicurezza contro ogni eventualità di contatto, e per impedire la pioggia. L'osservazione è così ridotta alla massima semplicità e può eseguirla qualunque persona. Durante le forti elettricità in tempo di pioggia o temporali, l'asta, alzata solo di pochi centimetri, dà segni sufficienti per esser veduti anche con un cannocchiale posto sotto la torretta a distanza di 8^m mediante una opportuna disposizione di specchi.

L'apparato fisso l'abbiamo già descritto nel numero citato, e diremo soltanto che ora il filo che può congiungerlo all'elettrometro non entra che per una piccola parte entro la stanza restando il resto coperto di guttaperca liberamente sospeso nell'aria per la lunghezza di circa 10^m. Vi abbiamo applicato molte punte, perchè queste accrescono realmente l'effetto, e mentre una punta dava la deviazione di una divisione, 7 ne davano 1 $\frac{1}{2}$ e 15 ne davano 2. Anzi per la elettricità ordinaria a ciel sereno abbiamo trovato necessario che i contatti siano pulitissimi: ma per la temporalesca ciò non importa.

Le ragioni per preferire l'apparato mobile sono note ai fisici, ma gioverà qui accennarle. L'elettricità di cui sono carichi gli strati superiori dell'atmosfera agisce sui nostri istrumenti per il principio dell'induzione elettrostatica, il che è stato provato da Saussure, Peltier, Palmieri, ec.

Ad un corpo immerso nell'aria libera, qualunque sia lo

stato elettrico di questa, se sia alquanto alzato dal suo posto avviene quel che accade ad un corpo accostato ad un conduttore elettrizzato, cioè se questo sia elettrizzato positivamente, la più vicina ad esso dell'altro conduttore diventa negativa, e la più lontana positiva; alzando adunque una verga terminata da una palla, se l'aria sia positiva, la parte superiore diverrà negativa, e l'inferiore positiva, cioè accuserà il segno dell'elettricità dell'aria. Se l'aria sia secca, onde questo sbilancio di elettrico possa conservarsi, riabbassando il conduttore al posto di prima tutto ritornerà in istato neutro: ma se l'aria sia umida o l'isolamento imperfetto, o il conduttore sia fornito di punte, allora l'elettricità negativa dalla parte superiore si dissipa nell'aria, e resta solo la positiva inferiore che presto anch'essa svanisce: allora riabbassando il conduttore si hanno segni inversi, cioè di elettricità negativa: questi segni negativi possono aversi anche a tempo asciutto se si tocchi e si scarichi il conduttore prima di abbassarlo.

La costruzione colla palla è stata adottata da tutti i migliori fisici ed osservatori, Quetelet, Wheatstone, Lamont, Peltier ec. perchè come dice quest'ultimo (¹) « con le punte al « fenomeno d'influenza viene ad aggiungersene un altro, che ha « sempre fatto travisare la vera causa del primo..., non re- « stando con esse l'elettricità abbastanza imprigionata ec. » Lo stesso, prosegue egli, fanno le fiamme ec. Inoltre, come conferma il Palmieri, col conduttore mobile l'elettricità si osserva nel mentre che si genera, nè ha tempo di riequilibrarsi, come accade nei conduttori fissi per l'umidità. Questa è in breve la teoria, per la quale rimettiamo al succitato autore, al signor Palmieri ec. (²). Veniamo ora ai risultati.

Nel tempo che il conduttore mobile è stato in azione, ha sempre confermato la natura positiva dell'elettricità a ciel sereno. Tal conchiusione è sembrata troppo esclusiva al sig. M. Moigno, il quale ha creduto bene farci avvertiti, che talora potrebbe essere negativa, come ha trovato ultimamente un altro

(¹) *Ann. de ch. et phys.* 3e. série T. IV. §. 15,
(²) *Ann. — Osserv. Vesuviane* vol. I. — *Poliorama pittoresco* ec.

distinto professore romano (1). Primieramente avvertiremo, che la frase riportata dal sig. Moigno come nostra, cioè « *jamais par un ciel serein l'éléctricité de l'atmosphère n'est négative* » non è punto nostra; noi dicevamo (2). « *L'éléctricité a ciel serein n'a jamais été negative* ». Le due proposizioni sono assai diverse: la prima esprime una legge generale, la seconda i *soli fatti* osservati da noi. In quanto alla discordanza da lui notata, diremo che noi non ne siamo gli autori, ma che l'hanno già stabilita prima di noi quanti si sono occupati d'elettricità: Peltier dice (*Mem. cit.* §. 8). *Sous un ciel, pur le signe éléctrique est toujours vitré.* Arago rendendo conto delle osservazioni elettriche del Maresciallo Marmont che diceva di averla veduta nove volte negativa a bordo di un battello sul Nilo (3) soggiunge: *Nous ne pensons pas qu'en France, en Angleterre et en Allemagne, aucun observateur ait trouvé l'éléctricité de l'atmosphère negative par un ciel serein.* E Kaemtz (4) *quand le ciel est pur et sans nuages, un instrument sensible placé dans un lieu découvert accuse presque toujours de l'éléctricité positive: elle ne devient negative, que dans le cas où il y a des orages éloignés.* Matteucci trova lo stesso (5): Palmieri (6) dà una ragione del trovarsi l'elettricità talora negativa. « L'elettricità atmosferica a ciel sereno è sempre positi-
« va. Si credea che in qualche caso potesse anco aversi nega-
« tiva a ciel sereno, ed anche io aveala osservata nell' Ottobre
« del 1850, facendo le mie osservazioni al R. Osservatorio di
« Capodimonte: ma quando ho potuto osservare da grande al-
« tezza sul livello del mare, ho veduto che siffatta manifesta-
« zione di elettricità negativa corrispondeva sempre colla ca-
« duta della pioggia e della grandine ad una certa distanza
« dall' Osservatorio, distanza la quale può giungere in certi
« casi fino a 30 miglia ». Forse il sig. Ab. Moigno non cono-

(1) *Cosmos*, vol. 19, pag. 291.
(2) C. R. vol. LIII. pag. 455.
(3) C. R. T. II. p. 22.
(4) *Cours de météorologie*, p. VI. pag. 314, edizione del 1858.
(5) *Bull. Ac. Belg.*, T. VII. n. 1. Quetelet
(6) Op. cit. c. 2. pag. 55 e altrove.

sce i molti studii del Palmieri per la difficoltà con cui le opere italiane valicano le Alpi, ma a noi Italiani, non sono da ignorarsi. Quando adunque si trova sistematicamente elettricità positiva a cielo *veramente* sereno, può sospettarsi di cause perturbatrici locali, e tali sono la vicinanza delle grandi cupole (1), l'altezza mediocre del conduttore rapporto a fabbricati vicini, e il Peltier aggiunge anche l'azione chimica che trovasi spesso energica nei conduttori fissi ossidabili, e dice che esso stesso trovò che di tre apparati che avea, uno gli dava costantemente l'elettricità per la eterogeneità de' metalli di cui era formato, ed altre simili che possono ingannare il più esperto osservatore, che si fidi di strumenti di loro natura fallaci.

Col conduttore mobile abbiamo trovato un periodo elettrico ben diverso da quello dato dal fisso: nei giorni passati quando il cielo era discretamente sgombro da nubi, si è avuto un primo massimo (sempre positivo) tra le 9 e le 10 antimeridiane e un secondo massimo molto più forte fra le 8 e le 9 della sera. Essa poi ha avuto un primo minimo presso le 11 antimeridiane ed ha mostrato un massimo secondario verso le 2 pomeridiane e un altro minimo alle 5 pomeridiane. Nel mese di Ottobre invece si è avuto solo due massimi uno alla mattina presso le 9 antimeridiane e l'altro alla sera verso le 6 ore senza minimo intermedio. È degno di osservazione che queste sono le ore dei massimi minimi del bifilare ossia dell'intensità magnetica orizzontale.

Però sono finora troppo poche le osservazioni fatte in giorni favorevoli per poter darne un valor definitivo. Col fisso invece si trova il massimo verso le 2 pomeridiane, cioè all'ora di minima umidità relativa, mentre col conduttore mobile si trovano i massimi alle ore della massima umidità. Noi studieremo questi periodi specialmente in rapporto colle variazioni degli strumenti magnetici.

È inutile dire quanto si è osservato nei giorni temporaleschi: in questi le alternative erano frequenti, e la elettricità negativa era osservabile all'accostarsi o scostarsi le nubi piovventi. La pioggia stessa è stata trovata per lo più positiva.

(1) Peltier loc. cit. §. 12.

Molte delle nostre osservazioni confermando quanto ha trovato il sig. Palmieri, stimiamo inutile il trattenervicisi più a lungo.



RELAZIONI TRA ALCUNE PROPRIETA' TERMICHE ED ALTRE PROPRIETA' FISICHE DEI CORPI; DEL PROF. G. CANTONI (1).

A meglio schiarire quanto vogliamo esporre circa le calorie di dilatazione dei corpi, e circa le calorie di liquefazione dei solidi e di vaporizzazione dei liquidi, crediamo opportuno di richiamare brevemente quanto è noto circa la loro caloricità specifica, poichè ancor queste nozioni vengono qui considerate sotto un aspetto che meglio conviene alla teoria meccanica del calore.

Capo I.

Della caloricità specifica dei corpi.

1.° Nel comune linguaggio il vocabolo *calore* s'usa per due significati assai diversi. Ora denota la speciale condizione dei corpi onde ci si manifestano più o meno caldi; ed ora indica la special forma di sensazione che i corpi stessi provocano in noi per tale loro condizione (2). Però noi riterremo di

(1) In questa Memoria si compendiano le cose svolte in un corso speciale di lezioni su la teoria meccanica del calore, dato al principio del 1860 dal detto Prof. Cantoni nelle Scuole della Società d'incoraggiamento delle arti in Milano.

(2) Vero è che i fisici sogliono denominare *calorico* la causa fisica o l'agente dei fenomeni e delle sensazioni di calore. Ma noi crediamo più conveniente, almeno per ora, di esimerci da ogni ipotetico concetto su la natura del calorico, conservando al vocabolo calore quest'altro significato accordatogli nel comune linguaggio. E ciò a quel modo che il vocabolo *suono* s'usa ad esprimere tanto la condizione speciale dei corpi elastici per cui riescono sonori, quanto la special forma di sensazione che gli stessi corpi provocano in noi sotto tal condizione.

valerci di questo vocabolo nel primo significato ogni volta che non sia altrimenti dichiarato.

La varia *temperatura* dei corpi corrisponde al vario grado d'intensità dell'azione calorifica o frigorifera da essi esercitata su d'un dato *corpo termometrico*, il quale, d'ordinario, rivela codesta loro diversa azione termica mercè le variazioni nel suo volume. E le quantità relative di calore necessarie a produrre ne' corpi determinate variazioni di temperatura si valutano in *calorie*, esprimenti il rapporto di tali quantità con una convenzionale unità di misura, che è detta *caloria*. Così si denomina la quantità di calore (la cui misura assoluta è però ignota) valevole a scaldare di un grado termometrico dell'acqua pura, liquida, a 0° (1), la cui massa risponda all'unità dei pesi relativi.

2. Per corpi omogenei si può supporre, che le calorie guadagnate o perdute nel mutare la temperatura siano direttamente proporzionali e alle singole loro masse relative ed alle variazioni occorse nella rispettiva loro temperatura. Se così è, mescolando rapidamente tra loro le masse m ed m' d'una stessa sostanza fluida, le cui temperature, valutate in egual modo, siano rispettivamente t e t', e supponendo che frattanto esse non cedano, nè ricevano calore per altri corpi, la temperatura θ, che la miscela assumerà, sarà tale da soddisfare alla relazione

$$m(t-\theta) = m'(\theta - t'),$$

la quale dà

$$\theta = \frac{mt + m't'}{m+m'} \tag{1}$$

Codesta relazione, che da alcuni è detta legge di Richmann si verifica sperimentalmente, mescolando entro un vaso calori-

(1) Attesa la difficoltà d'aver l'acqua tutta liquida a 0°, ed attesa la insignificante variazione nella caloricità dell'acqua da 0° a 4°, ci sembra che meglio sarebbe il definire la caloria per rispetto all'acqua presa a 4°, cioè al massimo di densità.

metrico due masse d'acqua, aventi temperature poco differenti tra loro (1), e tenuto pur calcolo del calore ceduto od acquistato dal vaso, dal termometro e dall'ambiente.

3. Ora è rimarchevole la piena analogia che offre la formola (1), esprimente la legge delle temperature nelle miscele omegenee, coll'altra formola

$$(2) \qquad u = \frac{mv + m'v'}{m + m'},$$

la quale determina la velocità comune u, conseguente all'urto fra due corpi anelastici. Codesta analogia, ci sembra, avvalorare non poco il supposto che le variazioni di temperatura nei corpi corrispondano a variazioni di velocità nelle loro molecole (2). E si avverta che un tale raffronte tra le dette due for-

(1) Queste prove si possono facilmente ripetere anche ne' Corsi, adoperando un vasetto d'argento, munito di coperchio simile, collocato entro altro vaso più capace di rame splendente, sicchè siavi fra le loro pareti e fra i loro fondi uno strato d'aria con soffice ovata. Operando nel verno, onde sia debole la vaporabilità dell'acqua; predisponendo nel vasetto acqua a temperatura di appena qualche grado superiore a quella dell'ambiente; versandovi poi altr'acqua a temperatura poco inferiore a quest'ultima; sommovendo il liquido con sottile agitatore ad anello, e rilevandone la temperatura con termometro a recipiente cilindrico lungo e sottile e così sensibile che sian valutabili i ventesimi di grado, si possono ottenere risultati assai concordi con quelli dati dalla formola (1).

(2) Già si ammette in astronomia che i vari pianeti formanti il sistema solare ed i vari satelliti formanti un sistema planetare, in onta all'operare continuo della gravitazione, si mantengono entro certi limiti di distanze dal sole per semplice inerzia, cioè perchè servasi pure in essi inalterato un altro loro movimento, quello di traslazione o di rotazione attorno al comun centro di gravitazione. E similmente ne' corpi forzati a ruotare attorno un asse fisso l'inerzia si manifesta con una tendenza al discostarsi dall'asse stesso, la quale anzi varia d'intensità col variare della velocità di rotazione. E perchè dunque non si potrà ammettere che nei gruppi molecolari costitutivi dei corpi la forza antagonista all'attrazione molecolare non sia altro che l'azione centrifuga correlativa ad un moto rotatorio delle singole molecole attorno il centro di massa d'ogni gruppo, e variabile appunto colla velocità delle molecole stesse, ossia colla loro temperatura? Ed è pur probabile che nei corpi sianvi diversi ordini di sistemi o gruppi di molecole, a quel modo che in astronomia si notano i satelliti aggruppati con un pianeta, i pianeti aggruppati con una stella, e

mole e quindi tra i corrispondenti due fatti non è punto azzardato. Crediamo anzi opportuno di far notare, che allorquando nell'urto accade perdita di forza viva, accade altresì la produzione d'una quantità di calore a quella commisurata. Così, ad esempio, se tra due sfere affatto molli, muoventesi in opposto verso e con eguale quantità di moto avviene urto diretto e centrale, cesserà in esse ogni moto di traslazione. I meccanici d'un tempo s'accontentavano di commentare questo fatto, dicendo che due movimenti eguali e contrarii si elidono mutuamente; senza badare che siffatta asserzione, presa alla lettera, può suscitare nella mente dei giovani il concetto che i movimenti o le forze si possano annientare; concetto non meno erroneo dell'altro che i movimenti o le forze si possano provocare dal nulla. Invece nel fenomeno anzidetto vuolsi avvertire che le due sfere, nell'urtarsi, si schiacciano, ed in pari tempo si scaldano.

Ora noi aggiungiamo che il calore promosso nell'atto di una tale compressione dev'essere capace di produrre un lavoro dinamico equivalente alla perdita occorsa nella forza viva delle due sfere. Ed in fatto, nel caso che i corpi urtantisi siano perfettamente elastici non accade perdita di forza viva, benchè dapprima, anche in questi corpi, siavi un periodo di compressione fintanto che essi assumono velocità tra loro eguali ed ancora espresse dalla formola (2), stante che vi succede tosto un periodo di espansione, alla fine del quale le velocità loro w e w' riescono espresse da

$w = 2u - v$ e $w' = 2u - v'$, le quali danno $w - w' = v' - v$,

talchè la differenza tra le velocità dei due corpi riesce eguale

le stelle aggruppate tra loro. Però crediamo che nei diversi fenomeni fisici si smuovano di preferenza ora gli uni ed ora gli altri di tali sistemi. Nelle vibrazioni sonore de' corpi elastici si smuovono i gruppi principali; nelle vibrazioni termiche, e fors' anco nelle elettriche, si smuovono i gruppi più intimi. Tuttavia non può turbarsi l'equilibrio nei primi senza smuovere quest'altri, ond'è che nelle vibrazioni sonore, sì dei fluidi che dei solidi, si verificano sempre, almeno momentaneamente, delle intime variazioni termiche.

in grandezza, ma contraria nel verso a quella che sussisteva dianzi. Ci sembra dunque ragionevole l'ammettere che pur nel caso dell'urto fra corpi elastici avvenga momentaneamente una produzione di calore nel periodo della compressione (o per meglio dire, che il moto di traslazione comune alle molecole si trasformi in moto rotatorio molecolare), e che poi questo calore scompaja al tutto nel successivo periodo d'espansione, sviluppandosi fra le molecole del corpo una forza viva equivalente a quella estintasi momentaneamente nel periodo della compressione (ovvero che il moto di rotazione delle molecole si riconverta in moto generale di traslazione). Cosicchè, quando i due corpi elastici hanno, innanzi l'urto, un'eguale quantità di moto, ma in opposto verso, colla compressione s'annulla il moto di traslazione preesistente, producendosi in sua vece calore, o piuttosto un moto molecolare, e questo dipoi riproduce, ma in verso contrario, un nuovo moto di traslazione, commisurato al primo. Però codeste successive trasformazioni del moto meccanico in calore, e poscia del calore in moto meccanico non sarebbero avvenute indarno, poichè per esse venne mutato il verso del movimento di traslazione nei corpi stessi.

Che se i corpi urtantisi non sono perfettamente elastici, come accade colla più parte dei solidi, il fenomeno è più complesso, avvenendo insieme e parzialmente ciò che si notò sopra e pei corpi anelastici e per gli elastici: tuttavia quanto si perderà in moto meccanico s'acquisterà in calore od in moto molecolare. E pertanto, in ogni caso, *i moti non s'estinguono, ma semplicemente si trasformano*. Il qual principio fondamentale di meccanica e di fisica si verifica chiaramente anco nell'esercizio delle macchine. Vediamo infatti che tutti gli attriti e le interne resistenze, che ingenerano una perdita di forza motrice, dan luogo ad un proporzionato riscaldamento, e che perciò tutto quanto tende a menomare gli attriti (come fanno, ad esempio, le materie grasse interposte fra le parti strofinantesi), tende altresì a diminuire il riscaldamento in fra le parti della macchina e ad accrescere quindi l'effetto utile della forza motrice.

Coi precedenti riflessi ci sembra d'aver data spiegazione,

nel senso scientifico, della legge di Richmann: restando così subordinato o collegato codesto fatto termico con altro fatto più generale, cioè colle leggi meccaniche dell'urto dei corpi. Ed in pari tempo crediamo d'aver così mostrato che il variare della temperatura nei corpi si connetta col variare della velocità e quindi della forza viva delle loro molecole vibranti.

4. Se si adoperano altri liquidi, all'infuori dell'acqua e del mercurio, ancorchè si mescolino tra loro liquidi omogenei, i risultati dell'esperienza più non soddisfanno alla formola (1), tosto che le temperature delle due masse mescolate siano tra loro molto differenti. Ed il disaccordo tra l'esperienza e la formola si fa poi notevolissimo, mescolando sostanze tra loro chimicamente eterogenee, oppure in diverso stato molecolare.

Bisogna dunque ammettere, che a determinare il rapporto tra le calorie ricevute o cedute dai diversi corpi e le corrispondenti loro variazioni di temperatura influiscano altre qualità fisico-chimiche oltre la loro massa. Perciò denomineremo *caloricità specifica* codesta proprietà de' vari corpi, onde si richiede un diverso numero di calorie a produrre uno stesso aumento di temperatura in eguali pesi, od in volumi eguali delle differenti sostanze, o di una stessa sostanza in diverso stato molecolare. E diremo *calorie di temperatura a peso* di un dato corpo le calorie richieste ad aumentare di un grado termometrico l'unità di peso del medesimo. Se ancor questo è preso alla temperatura 0°, si può dire che le calorie di temperatura d'un corpo corrispondono al rapporto tra le quantità di calore necessarie a produrre un eguale aumento di temperatura in pesi eguali di esso corpo e di acqua (1).

Volendo pertanto ridurre generale la formola (1) di Ri-

(1) La denominazione di caloricità specifica ci sembra più adatta di quella comunemente usata di *capacità specifica pel calore*, la quale implica un concetto ed ipotetico e grossolano sul vario addensarsi del calorico ne' diversi corpi, riguardati quali semplici recipienti. E similmente ci pare più diretta e più sperimentale la denominazione di calorie di temperatura da noi data a ciò che altri dicono *calorico specifico* dei corpi.

chmann, applicabile cioè a tutte le miscele, la si può modificare così

$$(3) \qquad \theta = \frac{mct + m'c't'}{mc + m'c'},$$

ove c e c' esprimono le calorie di temperatura de' due corpi mescolati, le cui masse relative siano rispettivamente m ed m', e le temperature t e t'. Però, coll'esperienza avendosi la temperatura θ finale della mischianza, si potrà determinare il rapporto tra c e c'; poichè dalla (3) si ha

$$\frac{c}{c'} = \frac{m'}{m} \cdot \frac{t' - \theta}{\theta - t}; \text{ ed anche } c = \frac{m'}{m} \cdot \frac{t' - \theta}{\theta - t},$$

qualora la massa m' sia acqua a temperatura non molto diversa da 0°, per cui si ritiene $c' = 1$. E questo è appunto il principio per cui si determinano le calorie di temperatura dei varii corpi col calorimetro ad acqua.

Ma non è qui luogo di esporre minutamente il processo e le cautele da usarsi in siffatte indagini sperimentali, delle quali Dulong e Petit, e poscia Regnault si mostrarono peritissimi. Vogliamo qui soltanto prendere in esame quali siano le qualità o condizioni fisico-chimiche dei corpi che concorrono a determinare la loro caloricità specifica.

5. Già Dulong e Petit rilevarono, e poi Neumann e Regnault confermarono sussistere una relazione tra le calorie di temperatura e gli equivalenti chimici dei varii corpi indecomposti, talchè il prodotto di quelle per questi dà una quantità sensibilmente costante, oppure un multiplo od un summultiplo molto semplice di tale quantità. Codesta legge è ben nota a tutti: tuttavia riportiamo qui i più attendibili dati numerici, soltanto per farvi intorno alcuni riflessi (1).

(1) Approfittammo anche dei più recenti dati di Regnault per le calorie di temperatura, e di quelli di Dumas, di Marignac, di Stas e d'altri per gli equivalenti chimici. Però, in vista delle inevitabili inesattezze in sì delicate prove sperimentali, limitiamo alla terza cifra significativa i valori delle calorie di temperatura.

Corpi indecomposti solidi

	Calorie	*Equiv.*	*Prodotto*		*Calorie*	*Equiv.*	*Prodotto*
Litio . . .	0,941	6,5	3,06×2	Selenio. .	0,0762	39,75	3,03
Sodio. . .	0,293	23,0	3,32×2	Molibde .	0,0659	46,0	3,03
Carbo ([1])	0,261	6,0	3,13 : 2	Palladio .	0,0593	33,0	3,14
Boro ([2])	0,260	11,0	*2,86	Rodio. . .	0,0580	52,0	3,02
Magnesio	0,250	12,0	3,00	Argento .	0,0570	108,0	3,08×2
lluminio	0,216	13,75	2,97	Cadmio .	0,0567	56,0	3,17
olfo . . .	0,203	16,0	3,25	Stagno . .	0,0562	58,0	3,26
osforo. .	0,189	31,0	2,93×2	Jodio ([4])	0,0541	127,0	*3,43×2
ilicio ([3])	0,176	21,0	*3,70	Antimon.	0,0508	122,0	3,09×2
otassio .	0,165	39,1	3,22×2	Telluro .	0,0474	64,5	3,06
angan. .	0,115	27,5	3,16	Tungsten.	0,0334	92,0	3,07
erro. . .	0,113	28,0	3,19	Oro	0,0324	98,0	3,19
iccolo. .	0,108	29,0	3,13	Platino. .	0,0324	98,6	3,21
obalto. .	0,106	30,0	3,18	Iridio. . .	0,0320	98,6	3,15
inco. . .	0,0956	32,75	3,13	Mercurio .	0,0319	100,0	3,19
ame. . .	0,0952	31,75	3,02	Piombo. .	0,0314	103,5	3,25
romo . .	0,0843	80,0	3,36×2	Osmio . .	0,0310	99,5	3,05
rsenico	0,0814	75,0	3,05×2	Bismuto .	0,0308	210,4	3,23

Prodotto medio generale 3,15

Esclusi i prodotti segnati *, prodotto medio 3,13

([1]) Pel carbonio si assunsero le calorie corrispondenti al così detto nero animale. Le calorie del diamante, della grafite e del carbone di legno, moltiplicate per l' equivalente 6, darebbero prodotti molto diversi dal medio.

([2]) Benchè Regnault abbia fatte parecchie prove su la caloricità del boro, egli stesso dichiara di non esserne pienamente soddisfatto, attese le notevoli differenze avute da diversi esemplari. Il boro grafioide gli diede 0,255, e tre diversi saggi di boro cristallino gli diedero 0,262; 0,225 e 0,257: però egli crede più attendibili il primo ed il terzo di quest' ultimi risultati.

([3]) Anche il silicio diede a Regnault numeri assai discordanti per la caloricità specifica. Da quattro diversi esemplari di silicio cristallino ebbe ,167; 0,176; 0,174; 0,179, e da altri quattro esemplari di silicio fuso ebbe ,156; 0,163; 0,175 e 0,175.

([4]) Avogadro ebbe per la caloricità dell' iodio un valore molto diverso da questo di Regnault, cioè 0,089.

I suesposti prodotti per le diverse sostanze risultano, in generale, poco differenti tra loro: esclusi i segnati con *, gli altri più divergenti, quelli del fosforo e del bromo, corrispondono al rapporto di 1,0 a 1,15. Anzi codeste differenze devonsi dire ben poco rilevanti, qualora si rifletta che le calorie di temperatura per le singole sostanze variano di molto tra loro (sino da 1,0 a 30,5 pel bismuto ed il litio), ed ove si pensi alle tante difficoltà che s'incontrano a raggiungere un'esatta valutazione di tali calorie [1], ed alle incertezze che tuttora sussistono sul giusto valore dell'equivalente chimico di non poche sostanze.

È poi rimarchevole che molti di quei corpi solidi (come sono il bromo [2], il potassio, il sodio, l'jodio, il solfo, lo stagno, il bismuto ed il piombo), la cui temperatura di fusione è meno elevata, offrono pel detto prodotto un valore sensibilmente maggiore del medio. E poichè la caloricità dei solidi a peso diminuisce, come or ora diremo, col decrescere della temperatura, si può credere che qualora i diversi corpi si prendessero a temperature equidistanti da quelle della rispettiva loro fusione, le suindicate differenze nel prodotto dell'equivalente chimico per la caloricità specifica si ridurrebbero assai minori. Pertanto anche codesta legge di Dulong e Petit sarebbe da annoverarsi tra quelle che diconsi *leggi a limiti*, poichè si verificano con sufficiente esattezza solo entro certi limiti di valori per le rispettive condizioni fisiche, e nel resto non sono che leggi d'approssimazione.

Ed è altresì da notare, che i corpi (come sono il sodio, il fosforo, il potassio, l'arsenico e l'argento), i quali presen-

(1) A provare le grandi difficoltà di ottenere risultati precisi in così delicate sperienze caviamo dalla recente Memoria di Regnault (*Annales de chim. et de phys.* Septem. 1861) alcuni valori ottenuti in successive prove per uno stesso campione, coll'identico apparecchio e col medesimo processo: pel magnesio 0,2466 e 0,2535; pel rodio 0,5742 e 0,5865; pel silicio 0,1712 e 0,1751, e pel boro 0,2275 e 0,2481.

(2) Il fosforo farebbe eccezione a questa regola. Assumendo però invece delle suesposte calorie 0,189, corrispondenti a temperature poco superiori a 0°, le calorie 0,251, valor medio da 0° a 100°, si avrebbe pure un prodotto assai maggiore del medio, cioè 3,89 × 2: ma entro questi limiti di temperatura, il fosforo assume anche lo stato liquido.

tano un prodotto doppio di quello dato dagli altri, sono quelli stessi pei quali, a voler soddisfare anche ai fatti dell' isomorfismo, dovrebbesi ridurre alla metà il valore dell' equivalente ad essi attribuito colla sola scorta dei fatti chimici. Ove dunque si dimezzasse l' equivalente per tali sostanze, la suesposta legge si enunzierebbe più semplicemente, dicendo, che *la caloricità a peso delle varie sostanze solide indecomposte è inversamente proporzionale al rispettivo loro equivalente chimico;* ovvero che *per tali diverse sostanze è eguale la caloricità delle masse chimicamente equivalenti.*

Ora codesta relazione assume un aspetto più interessante per la scienza, formulandola in un modo indipendente dalla esistenza degli equivalenti chimici. Pongasi cioè di voler determinare i rapporti tra i pesi delle diverse sostanze solide indecomposte, coi quali, subendo esse un' egual diminuzione nella temperatura, valgano a cedere al mezzo ambiente un' eguale quantità di calore. Codesti pesi relativi, dovendo essere per le diverse sostanze inversamente proporzionali alla loro caloricità sotto pesi eguali, risulterebbero, attesa la suesposta legge empirica, direttamente proporzionali, prossimamente almeno, ai numeri che esprimono gli equivalenti chimici delle sostanze stesse (1). Così, ad esempio, grammi 16 di solfo, gr. 28 di ferro, gr. 58 di stagno, gr. 103,5 di piombo ec. sarebbero masse termicamente equivalenti; talchè, prese ad una stessa temperatura, e gittate separatamente in eguali masse d' acqua, tutte più fredde di esse d' uno stesso numero di gradi, vi produrrebbero eguali aumenti di temperatura e quindi aumenti eguali di volume. Cosiffatti rapporti di peso tra le varie sostanze solide indecomposte costituiscono i loro *equivalenti termici.* Ed ecco che, prendendo in esame un fenomeno puramente fisico, si sarebbero trovati per tali sostanze dei numeri proporzionali assai prossimi a quelli trovati dal chimico e dal mineralogo,

(1) Siano infatti p e p' i ricercati pesi per due sostanze, le cui calorie di temperatura dell' unità di peso siano rispettivamente c e c'; dovrà essere $pc = p'c'$, ossia $p:p' = c':c$. Ma, per la legge di Dulong e Petit, $c:c' = e':e$, posti e od e' gli equivalenti chimici di tali sostanze; quindi si avrà $p:p' = e:e'$.

studiando le leggi delle combinazioni e delle cristallizzazioni. Sotto questo aspetto, la ripetuta legge di Dulong e Petit potrebbesi esprimere anche così: *i rapporti tra i pesi dei diversi solidi indecomposti che, per eguali variazioni di temperatura, danno o tolgono quantità eguali di calore ad altro di essi, sono corrispondenti ai pesi proporzionali secondo i quali si verificano le più semplici combinazioni chimiche tra i corpi stessi.*

Però questa correlazione tra gli equivalenti chimici e gli equivalenti termici dei detti corpi non deve restare infeconda per la scienza. Potrebbesi supporre che l'affinità tra essi sia commisurata alla loro caloricità specifica: che è quanto dire che essi si uniscano secondo quelle quantità ponderabili per cui possano, ad ogni mutazione di temperatura, ricambiare tra loro eguali quantità di calore, o piuttosto eguali quantità di quel moto molecolare che modifica in essi il volume. Così, per ritornare sull'esempio sovra citato, tanto a soddisfare all'affinità di grammi 16 di solfo, quanto a produrre in questa massa eguali variazioni di volume per una stessa variazione di temperatura si ricercano dei pesi di ferro, o di stagno, o di piombo che stanno tra loro come 28 a 58, a 103,5. Per un tal verso ci sembra che la legge di Dulong e Petit si colleghi e colla teoria meccanica del calore e con quella della equivalenza delle forze fisico-chimiche.

Nondimeno, ove i corpi indecomposti sono in stato fluido, le loro calorie di temperatura a pesi eguali, moltiplicate similmente per l'equivalente chimico, offrono prodotti assai più differenti tra loro, ed in generale, più rilevanti di quelli dati dai corpi in istato solido. Eccone alcuni esempi, desunti dalle sperienze di Regnault e di Person:

Fluidi liquidi	*Calorie*	*Equiv.*	*Prodotto*
Solfo. . .	0,234	16,0	3,78
Fosforo. .	0,203	31,0	3,18×2
Iodio. . .	0,108	107,0	3,43×4
Bromo. .	0,103	80,0	4,14×2
Stagno. .	0,0637	58,0	3,69
Piombo. .	0,0402	103,5	4,16
Bismuto.	0,0363	210,0	3,81×2
Mercurio.	0,0333	100,0	3,33
Prodotto medio			3,691

Fluidi aeriformi	*Calorie*	*Equiv.*	*Prodotto*
Idrogeno.	3,405	1,0	3,405
Azoto. . .	0,244	14,0	3,416
Ossigeno.	0,218	8,0	3,491 : 2
Cloro. . .	0,1214	35,5	4,310
Bromo. .	0,0552	80,0	4,416
Prodotto medio			3,808

Pertanto ne' corpi fluidi la legge di Dulong e Petit più non la si può ammettere, nemmanco come legge di approssimazione. Tuttavia è rimarchevole che l' idrogeno, l' azoto e l' ossigeno diano prodotti tra loro poco diversi, e che lo stesso accade considerando separatamente il cloro ed il bromo in istato gasoso.

6. Newmann ed Avogadro, e più largamente Regnault verificarono, che nei corpi composti, aventi una formola simile di composizione, la caloricità è pure inversamente proporzionale al rispettivo equivalente chimico; talchè il prodotto di questi due fattori risulta prossimamente costante per i varii composti d' uno stesso gruppo. Per i composti binari, e segnatamente per i molti solfuri, cloruri, ioduri e bromuri provati da Regnault, codesto prodotto, diviso per il numero delle molecole elementari che li costituiscono, dà un quoto assai prossimo al valor medio 3,13, trovato sopra per i corpi indecomposti. Per gli ossidi, e più per i sesquiossidi si rimarcano sensibili differenze tra i prodotti corrispondenti ai diversi composti d' un medesimo gruppo. E per i composti ternari, quali sono i sali, il prodotto delle calorie di temperatura per l' equivalente, benchè sia ancora prossimamente eguale ne' composti di uno stesso gruppo, non ha però più un preciso rapporto col numero delle molecole semplici che entrano a costituirli.

Crediamo inutile di qui riportare i tanti dati numerici ot-

tenuti da Regnault per le calorie di temperatura a pesi eguali dei vari gruppi di composti. Però, a schiarire le ora accennate relazioni, citeremo soltanto i valori medii dei prodotti di tali calorie per l'equivalente dei varii corpi pertinenti a parecchi gruppi, indicando con R il radicale metallico dei composti binari, o delle basi nei sali.

Solfuri metallici	della formola	RS;	prodotto	$5,96 = 2 \times 2,98$
Cloruri	idem	RCl^2	»	$9,36 = 3 \times 3,12$
idem	idem	H^2Cl^2	»	$12,69 = 4 \times 3,17$
Joduri	idem	RI^2	»	$9,68 = 3 \times 3,23$
idem	idem	R^2I^2	»	$13,15 = 4 \times 3,29$
Bromuri	idem	R^2Br^2	»	$13,68 = 4 \times 6,42$
Ossidi	idem	RO	»	$5,52 = 2 \times 2,76$
idem	idem	R^2O^3	»	$13,58 = 5 \times 2,72$
Acidi	idem	RO^2	»	$6,92 = 5 \times 2,31$
idem	idem	RO^3	»	$9,04 = 4 \times 2,26$
Carbonati	idem	CO^2,RO	»	$10,72 = 5 \times 2,14$
Solfati	idem	SO^3,RO	»	$13,28 = 6 \times 2,21$
Nitrati	idem	AzO^5,R^2O	»	$24,03 = 9 \times 2,67$

Si può quindi inferire che la caloricità delle molecole indecomposte non subisce notevole modificazione, quando esse si uniscono in piccol numero a formare dei composti binari, senza mutare di stato fisico. Ond'è possibile il calcolare le calorie C di temperatura d'un composto binario il cui equivalente chimico sia E, mercè la relazione

$$(4) \qquad EC = nec + n'e'c',$$

ove e ed e' indicano gli equivalenti de' suoi componenti, c e c' le calorie di temperatura di questi, n ed n' i numeri delle molecole con cui ciascun di essi, entra nel composto. E poichè la ridetta legge di Dulong e Petit dà $ec = e'c' = p$, ritenuto p il prodotto medio 3,13 sovra trovato, s'avrà pure

$$EC = p\,(n + n').$$

La relazione (4), avvertita da Woestyn, potrebbe servire anche a calcolare la caloricità d'un componente, ove si conoscano le

caloricità dell'altro componente e del composto, e la formola chimica di questo.

Invece la caloricità delle molecole semplici subisce una notevole modificazione quando esse s'uniscono in buon numero a formare de' composti ternari. Talchè il modo d'aggruppamento di esse influisce su la loro caloricità. Tuttavia nei composti ternari d'una formola chimica analoga, e quindi d'un analogo modo d'aggruppamento molecolare, la caloricità dei rispettivi equivalenti si mantiene costante, pur variando la natura del metallo che entra nella base dei sali formati con uno stesso acido.

7. Considerando la suesposta serie (pag. 277), ove i corpi indecomposti solidi sono ordinati rispetto ai valori decrescenti delle loro calorie di temperatura riferite a pesi eguali degli stessi, non si scorge alcuna relazione tra questa loro qualità fisica ed altre loro proprietà fisiche. Eppure era da prevedersi che qualche rapporto di tal genere dovesse sussistere, se è vero, come noi crediamo, che il calore debbasi tenere quale una forza d'indole generale, la quale, al pari della gravitazione, non dev'essere influenzata dalla diversa natura chimica dei corpi, ma sibbene dalla varia resistenza passiva da ciascun di essi opposta all'operare di tal forza, cioè dalla varia coerenza delle loro molecole (1). E appunto ove si riferisca la caloricità non ai pesi, ma ai volumi, ossia determinando ciò che diremo le *calorie di temperatura per volumi eguali* de' diversi corpi, col moltiplicare i precedenti valori delle calorie di temperatura di pesi eguali per la densità relativa d'ogni sostanza, emergono dei rapporti assai importanti. Esponiamo quindi sotto cd le calorie di temperatura a volume di molti corpi indecompo-

(1) Faceva anzi contrasto al principio meccanico che nello scaldare e quindi nel dilatare i corpi, il calore incontri una resistenza molecolare corrispondente alla loro coerenza, il vedere che nella succitata serie di corpi molti dei metalli più densi, o più tenaci, o più puri hanno una caloricità assai minore di quella d'altri corpi ben poco densi, o poco coerenti. Persino nei casi in cui una stessa sostanza può assumere stati molecolari assai diversi, come accade segnatamente pel carbonio e pel selenio, le calorie di temperatura crescono col diminuire della coerenza e della densità.

sti solidi, de' quali si richiamano sotto *c* le calorie a peso, e sotto *d* il peso specifico. E poichè quest' ultimo dato nei metalli subisce notevoli modificazioni coi diversi lavori cui ponno assoggettarsi, si assunsero i valori corrispondenti ai metalli semplicemente fusi e non lavorati.

	c	*d*	*cd*		*c*	*a*	*cd*
Potassio.	0,165	0,865	0,143	Litio. . . .	0,941	0,594	0,559
Sodio . .	0,293	0,972	0,285	Molibdeno	0,0659	8,61	0,567
Iodio . .	0,0541	4,95	0,267	Jungsteno	0,0334	17,60	0,587
Telluro .	0,0474	6,24	0,286	Argento. .	0,0570	10,47	0,597
Bismuto.	0,0308	9,82	0,303	Rodio. . .	0,0580	10,61	0,615
Fosforo .	0,188	1,77	0,333	Oro	0,0324	19.26	0,624
Antimon.	0,0508	6,70	0,340	Osmio. . .	0,0310	21,35	0,662
Selenio .	0,0762	4,50	0,343	Zinco . . .	0,0956	7,14	9.669
Piombo.	0,0314	11,37	0,358	Palladio. .	0,0593	11,30	0,670
Solfo . .	0,177	2,03	0,359	Iridio . . .	0,0320	21,15	0,678
Stagno .	0,0562	7,29	0,415	Platino . .	0,0324	21,15	0,685
Magnesio	0,250	1,74	0,435	Boro . . .	0,260	2,68	0,697
Silicio. .	0,176	2,49	0,438	Rame. . .	0,0952	8,85	0,842
Arsenico	0,0814	5,40	0,440	Ferro . . .	0,114	7,75	0,882
Cadmio .	0,0567	8,60	0,487	Niccol . .	0,108	8,90	0,961
Diamante	0,147	3,53	0,519	Cobalto. .	0,1065	8,51	0,906
Allùmin.	0,216	2,56	9,556	Manganese	0,115	8,01	0,921

Molti riflessi si ponno fare sul precedente specchio.

Innanzi tutto la caloricità de' vari solidi a volumi eguali offre differenze molto meno rilevanti di quelle offerte dai corpi stessi rispetto alla loro caloricità a pesi eguali. Mentre i valori estremi stanno per questa nel rapporto di 1 a 30,5 (bismuto e litio), per quella il minor valore sta al più grande come 1 sta a 6,4 (potassio e cobalto). Il che accenna essere, in generale, maggiore la caloricità a peso dov' è minore la densità.

È poi evidente nell' ora esposta serie, la relazione tra la caloricità a volume e la coerenza relativa nei differenti solidi. I corpi non metallici ed i metalli meno tenaci o meno duri e di più facile fusione si trovano nel principio della serie; i metalli più tenaci, più refrattarj, o più duri figurano tra gli ul-

timi, e verso il mezzo della serie stanno metalli, come il cadmio, l'alluminio, l'argento, l'oro e lo zinco, nei quali ben può dirsi mezzana la tenacità. E questa relazione si fa tanto più rimarchevole in quanto che in codesta serie i corpi si succedono senza relazione alcuna nè colla loro densità, nè colla loro caloricità a peso; trovandosi corpi assai densi vicini ad altri che hanno ben poca densità, oppur densità mezzana.

Anzi si può asserire che, in generale, nei solidi, e massime nei metalli, la caloricità a volume mostrasi crescente in proporzione della loro tenacità relativa. Il bismuto e l'antimonio sono meno coerenti del piombo; il cadmio è più tenace dello stagno; l'alluminio ha poca diversità di coerenza coll'argento; lo zinco è più tenace dell'oro, e poco meno del palladio; il rame, e più ancora il ferro sono i più tenaci tra i metalli usuali, ma vengono superati per questa qualità dal cobalto e dal niccol. Sono però forme di coerenza anche la durezza e la refrattarietà. Il manganese, il boro ed il silicio sono corpi molto duri e difficilmente fusibili (1). Ed a por meglio in evidenza codeste relazioni diamo qui per i metalli le diverse serie con cui essi si ordinano sia rispetto alla tenacità, sia rispetto al coefficiente d'elasticità, sia rispetto alla loro durezza relativa (2), onde metterle a confronto con quelle della rispet-

(1) Questa relazione si manifesta chiaramente anche ne'casi in cui una sostanza può assumere diversi stati molecolari con assai diversa coerenza o durezza. Così il carbonio, benchè un po' impuro, offre per le calorie di temperatura a peso, valori assai differenti, però decrescenti coll'aumentare della densità e della durezza; mentre l'opposto accade per le calorie a volume.

	Calorie di temperatura		
	a peso	*a volume*	*densità*
Carbone di legno	0,242	0,110	0,45
Grafite	0,202	0,444	2,20
Diamante	0,147	0,516	3,51.

(2) La durezza relativa nei metalli usuali fu provata dalla varia profondità cui penetra in un determinato tempo un acuto cono d'acciajo fatto ruotare con una data velocità. Veggasi l'articolo *Dureté* nel *Complément du Dictionnaire des arts* ec. par Laboulaye.

tiva caloricità a volume, indicandoli per brevità coi loro segni stechiometrici.

Caloricità:	Ni, Mn, Co, Fe, Cu, Pt, Pd, Zn, Au, Au, Ag, Al, Cd, Sn, Pb, Bi
Tenacità:	Co, Ni, Fe, Pt, Cv, Pd, Zn, Ag, Au, Cd, Sn, Pb
Elasticità:	Fe, Pt, Cu, Pd, Zn, Au, Ag, Cd, Sn, Pb
Durezza:	Mn, Fe, Pt, Cu, Al, Ag, Au, Cd, Bi, Sn, Pb
Refrattarietà:	Pt, Pd, Ni, Fe, Co, Au, Cu, Ag, Zn, Pb, Cd, Bi, Sn.

Astrazion fatta di poche irregolarità, che vedremo più innanzi come si subordinino ad un più generale principio, si può dunque conchiudere che *le calorie di temperatura a peso nei metalli solidi sono,* in generale, *in ragione composta*, *inversa della densità e diretta della coerenza relativa. E la caloricità a volume è* per ciò *direttamente proporzionale alla coerenza stessa.* La qual deduzione ci sembra di qualche importanza per la scienza, e massime per la teoria meccanica del calore.

Anche per i liquidi si scorge una ben minore differenza tra le calorie di temperatura a volumi eguali delle varie sostanze che tra le corrispondenti calorie a pesi eguali; il che accenna essere pur in essi la caloricità a peso maggiore dov'è minore la densità. Riportiamo qui le calorie *c* di temperatura a peso per diversi liquidi a temperature prossime a 0°, attenendoci anche ai più recenti dati di Regnault, la loro densità relativa *d* a 0°, e le loro calorie *cd* a volumi eguali.

	c	*d*	*c.d*
Acqua	1,000	1,000	1,000
Acido acetico	0,658	0,079	0,663
id. solforico (1) . . .	0,319?	1,841	0,642
Alcoole metilico	0,590	0,821	0,484
Olio d'ulive	0,502?	0,915	0,459
Etere acetico	0,527	0,868	0,457
Alcoole etilico.	0,547	0,815	0,446

(1) Si segnarono con ? le calorie a peso di quei liquidi per le quali non si hanno dati molto attendibili.

	c	d	c.d
Acetone.	0,506	0,792	0,401
Etere etilico	0,529	0,739	0,391
Bromo	0,113	3,187	0,390
Mercurio	0,028	13,596	0,381
Essenza di cedro. . . .	0,445	0,847	0,377
Terebenteno	0,411	0,870	0,357
Cloroformio	0,232	1,525	0,354
Cloruro di solfo	0,203	1,680	0,341
Solfuro di carbonio. . .	0,235	1,293	0,304
Protocloruro di fosforo. .	0,199	1,450	0,289

Mentre le calorie a peso variano da 36 a 1 (acqua e mercurio), quelle a volume, variano soltanto da 3,6 ad 1 (acqua e cloruro di fosforo), cioè questa differenza è dieci volte minore della prima. Ed è pur notevole che le calorie a volume sono pei liquidi, esclusa l'acqua, minori, almeno in generale, di quelle esposte per i metalli più coerenti; laddove le calorie a peso nei liquidi sono, in generale, maggiori che nei metalli. Quest' ultimo dato pare a noi che abbia molto influito ad impedire che si riguardasse il calore, che muta la temperatura ne' corpi, quale una semplice forza meccanica: poichè dicevasi poco calore si richiede a scaldare i corpi solidi più densi e più tenaci, e molto invece se ne richiede per elevare la temperatura dei liquidi e dei solidi poco coerenti. Da qui venne quella grossolana nozione della varia *capacità calorifica* de' corpi, onde questi si guardano quali meri recipienti entro i quali s'addensa il calorico, e tanto più se ne accumula quant'è maggiore il loro volume relativo, cioè minore la loro densità (1).

E questo concetto sembrava trovasse appoggio in altri due importanti fatti. In generale, le calorie di temperatura a peso d' una data sostanza sono maggiori quand' essa è liquida che quand' è solida: e crescono poi sempre coll' aumentare delle temperature, massime se essa è liquida. Ora la coerenza è la

(1) Sembra però assurdo l' ammettere che il calorico s' addensi più ne' corpi meno densi, ove più debole esser deve la reciproca attrazione della materia pel calorico.

densità diminuiscono, almeno in generale, tanto colla liquefazione d'un solido, quanto col crescere della temperatura nel corpo, qualunque ne sia lo stato fisico.

Però codesti fatti, del pari che gli altri accennati sopra (v. *pag.* 283 *in nota*), dai quali tutti appare che la caloricità a peso cresce per tutto quanto fa aumentare il volume dei corpi o fa diminuire la loro coerenza, si opponevano a che si riguardassero le calorie di temperatura quale una quantità di azione commisurata per ciascun corpo alla resistenza molecolare da esso opposta alla dilatazione che va connessa coll'aumento termico.

Ora noi diciamo che se la caloricità specifica vien valutata per volumi eguali, invece che per eguali pesi (1), le anzidette difficoltà scompajono in gran parte. Nondimeno la serie dei solidi (pag. 284) secondo la caloricità a volume, e più ancora quella dei liquidi (pag. 286-87) presentano ancora talune divergenze dall'altra serie, nella quale i corpi stessi stiano ordinati rispetto alla loro coerenza relativa.

Sul qual proposito era però da avvertire che i diversi corpi per eguali incrementi di temperatura non presentano aumenti eguali di volume, e che perciò non sono eguali per essi gl'incrementi nelle reciproche distanze delle molecole, i quali esser devono proporzionali alla radice cubica dei corrispondenti aumenti di volume. Laonde si fa manifesta la necessità di tenere in conto la varia dilatabilità dei corpi pel calore.

(*continua*)



(1) Al progredire d'un ramo di scienza talora molto importa la scelta del modo di confronto per i diversi corpi. Così accade che talune proprietà fisico-chimiche, come la gravità, l'affinità, ec., meglio si comprendano guardandole nei diversi corpi in relazione ai loro pesi; laddove alcune altre proprietà riescono più esplicite considerandole in relazione ai volumi dei corpi; del che la chimica organica potrebbe offrirci alcuni importanti esempi. Or noi crediamo che la caloricità specifica sia appunto tra quelle proprietà che risultano meglio intelligibili esaminandole nei corpi in riguardo ad eguali volumi, anzichè a pesi eguali.

Continuazione e fine delle Osservazioni e ricerche astronomiche sulla grande cometa del 6 Giugno 1861; del P. Angelo Secchi.

largo 4.° (fig. 2.) leggermente inflesso verso ponente che arrivava fino a κ del Dragone dove lasciava un angolo quasi oscuro tra le due code; la coda lunga e stretta vedevasi nettamente prolungata in linea retta dentro l'altro fiocco, da cui distinguevasi benissimo per la sua direzione assolutamente rettilinea, mentre le liste dell'altra erano curve, e per la maggior vivacità del lume. Questa osservazione anzi che a cielo aperto riusciva molto meglio dal fondo di un cortile chiuso, e tutto oscuro, donde godevasi la vista quasi esclusiva della parte di cielo, occupata dalla cometa. La coda sottile ci parve al primo aspetto inflessa verso levante, ma si riconobbe esser questo errore di prospettiva, e il corso delle stelle tra cui passava sul globo fece vedere che essa pure era inflessa leggermente all'occidente.

Nella sera del 3 luglio una stella di 7ª. e $\frac{1}{2}$ passò così vicina al nucleo della cometa che io nutriva speranza di vederla passare dietro di esso, il che sarebbe stato un fenomeno di valore incalcolabile, per decidere della sua trasparenza: ma essa passò soltanto a 61″,95, di distanza: avendo però attraversato la nebbia più lucida senza perder altro del suo splendore che quanto poteva aspettarsi dal chiarore del campo, restò confermata anche in sì grande vicinanza la tenuità della materia cometaria. Di ciò si ebbe più decisa prova la sera seguente del 4, in cui una stellina anche più piccola, cioè di 9ª grandezza passò precisamente attraverso uno de' raggi lucidi più vivaci senza perder altra luce, che quanto avrebbe perduto passando nel campo egualmente illuminato del telescopio. La nebulosità da questa sera del 3 in poi perdette le forme indicate di sopra: l'alone o paraboloide divenne affatto indeciso e si vide una massa di nebbia contornante i raggi divisa in due presso al vertice, come due ali di uccello (fig. 6.) Poco cambiò in appresso fino al giorno 13 Luglio in cui perdè ogni forma terminata da limite definibile e il nucleo si ridusse ad un punto comparabile ad una stelletta, onde ogni suo diametro riusciva

impossibile a misurarsi, era però fornito di una luce assai viva con una nebulosità mal definita e un raggetto più vivo dalla parte boreale (*fig.* 14).

La coda ad occhio nudo continuò a mostrare mutazioni importanti: nel 3 la sua estremità passava pel sito medesimo del giorno precedente, e vedevasi talora a levante un debole getto di luce estremamente sfumato, ma notabilissimo e ben chiaro era l'andamento curvilineo della porzione più larga e più breve. Ai 4 le due code apparvero affatto separate, ed era svanita quella specie di convessità che avea mostrata la 1ª coda verso levante, la quale era dovuta unicamente alla porzione convessa della coda larga, onde questa svanì, quando la coda lunga e dritta fu separata affatto da essa: la larga appariva assai più debole nel mezzo, e la estremità della lunga continuò per più sere a passare presso α Ofiuco che parve suo pernio di moto: era lunga 80°. Determinando su di un globo la direzione delle code rapporto al piano che passa per la cometa e pel sole, si trovò che l'asse della coda lunga deviava di 6° e della larga di 17.°

La sera del 9 la massima lunghezza era ridotta a 33° soltanto, ma conservava tuttora la sua caratteristica forma, finchè venuta la luna fu impossibile farne più misure; allontanata questa ai 26 si trovò esser ridotta a 4° di lunghezza e la testa ad una semplice nebulosità eccentrica al nucleo, e sfumatissima, del diametro di circa 13′. In questo stato si vede pure ora nel cannocchiale, ma la sua coda è immensamente diminuita e non arrivava la sera del 31 Luglio che a 3° in un cercatore marinaresco e il 7 Agosto a 1°. La chioma è irregolare e quasi falcata, e ora si conserva ancor tale benchè debolissima.

Tale è la storia delle fasi principali per cui è passata questa strepitosa cometa, la quale avendo sfoggiato di sua grandezza ne' primi momenti, presto si ridusse ad un oggetto di completa indifferenza, lasciando solo alla scienza l'ufficio di dar ragione di sì strane apparenze, di sì rapido corso, di sì mutabili forme, che sembrano gettare in cielo il fantastico ideale che spesso governa il povero genere umano. La spiegazione della massima parte di queste bizzarrie dipende dalla cognizione precisa del corso della cometa rapporto al sole ed alla

terra, ossia dalla cognizione della sua orbita, della quale ora passeremo a parlare.

Elementi dell' orbita della cometa.

Tra i più belli trionfi di cui possa gloriarsi l'umano intelletto, il più sorprendente e il più sublime è quello che si verifica ogni qualvolta da che osservazioni di un astro novello, l'astronomo può definirne il corso totale, determinarne la distanza, predirne il ritorno. Questo problema racchiude in compendio tutta la scienza degli astri: esso è il trionfo della teoria che fissò le leggi fisiche de' moti celesti: è il trionfo della pratica, la quale riuscì a dare le posizioni de' corpi colla precisione necessaria al geometra; ed è perfino il trionfo della meccanica che riuscì a costruire strumenti di tale esattezza che a tanto siano sufficienti. Se noi ci riportiamo anche solo un secolo addietro, vedremo i laboriosi sforzi che i più forti ingegni facevano lottando contro le insuperabili difficoltà che questo problema presentava, e resteremo sorpresi al vedere come oggidì la sua soluzione sia ridotta a tale facilità che tre semplici osservazioni, e un certo calcolo bastino a darne una prima approssimazione. Tuttavia anche quì l'umana capacità ha un limite, che il pubblico mostra di ignorare, allorchè al primo apparire dell'astro importuna gli astronomi con indiscrete dimande. Bastano è vero tre semplici osservazioni a fissare l'orbita dell'astro, ma queste debbono esser separate da certo intervallo di tempo, e la ragione si è, perchè essendo la soluzione di questo problema un caso di vera triangolazione, in cui si prende necessariamente tra le altre basi lo spazio percorso dalla terra nell'intervallo delle osservazioni estreme, più questo sarà esteso, più accurati riusciranno i calcoli, ed un intervallo di due giorni è indispensabile per aver qualche fiducia nel risultato; ma in generale non può sperarsi orbita ben sicura che dal complesso di almeno 7 o 8 giorni di tempo, e ciò anche ammettendo che l'astro non ci si presenti in certe posizioni eccezionali. Nulla dirò poi del predirne il ritorno, che se è facile pei pianeti, parlandosi di comete, bisogna osservarle per un arco lunghissimo, correggere le posizioni dall'effetto delle perturbazioni degli altri pianeti, e per lo più non

vi si riesce che dopo averne veduto almeno una volta il ritorno.

Bastino dunque questi cenni a fare accorti come gli astronomi non possono risponder subito a tanti quesiti al primo apparire della cometa, e molto meno non è da meravigliarsi se non siano da essi prevedute. Passati però alcuni giorni può rispondersi con sufficiente precisione, come già non mancammo di fare al suo tempo colle debite riserve. Rilevasi dunque da questi calcoli che la cometa attuale è nuova: cioè, che non è veruna di quelle di cui si aspetta il ritorno, e di cui siansi calcolate le orbite (1). Ciò però non vuol dire che essa sia formazione novella, e non mai comparsa; le comete tutte descrivono ellissi attorno al sole, e se noi parliamo di orbite paraboliche, ciò è solo perchè queste ellissi essendo allungatissime, nel piccolo arco che ci è dato di misurare pochissimo o nulla si scostano dalla parabola. Quindi il loro periodo è estremamente lungo. Quella del 1858 detta di Donati impiegherebbe 2338 anni (2) e si allontana dal sole 50 volte più che Nettuno (cioè 176 più che la terra), quella del 1811 si scostava 15 volte quanto Nettuno! ed altre molte assai più. Non è possibile determinare poriodi di tal lunghezza fuor che quando si hanno buone osservazioni di due o più ritorni consecutivi; ora se riflettiamo che gli antichi non ci hanno punto trasmesse osservazioni precise delle comete da loro vedute, ma solo vaghe indicazioni; che non è ancora un paio di secoli che si calcolano orbite, e che le comete invece a lungo corso ne impiegano almeno 10 o 12 a fare il loro giro, vedremo che ben poche volte possiamo determinare questo elemento e per la presente cometa nulla possiamo finora asserire. Ma da ciò non segue che esse vadano a perdersi in curve indefinite nello spazio, poichè l'intervallo che separa il nostro sole dalla stella più vicina, ossia limita il suo regno rapporto a soli vicini, è almeno 1175 volte più ampio che lo spazio percorso dalla cometa Do-

(1) Sono parecchi anni che si va aspettando quella detta di Carlo V, e, come tutte quelle comparse da allora in poi, così questa fu subito creduta essa da chi non era astronomo, il calcolo li ha smentiti, e li smentirà più volte ancora, ma essi seguiranno coraggiosamente ad aver pazienza e ad aspettarne il ritorno!

(2) Searle. *Gould astr. journal.* Vol. v. p. 188.

nati, e una cometa che arrivasse al limite dell'attrazione tra il sole e la stella più vicina supponibile ragionevolmente, impiegherebbe nel suo giro 100 milioni di anni! È poi facile capire che quando si tratta di tali immense lontananze di tempo, assai scema l'importanza del soggetto, non essendo probabile che a quelle remote generazioni arrivino i nostri lavori, che poi facilmente potrebbero esser frustrati o dal ritornare la cometa di giorno, o dal passare troppo lontana dalla terra, o dall'esser fortemente perturbata da altri pianeti nel suo viaggio, come accade spesso in quelle a breve periodo. Quindi le comete riconosciute per periodiche sono pochissime, cioè sei o sette al più, e quella di periodo più lungo è quella di Halley che non impiega che 75 anni per fare la sua orbita. Per riconoscere dunque l'identità di una cometa non può servire la durata della rivoluzione, ma non mancano altri elementi, assumendo anche per una prima approssimazione che l'orbita sia una parabola, la posizione del piano di questa curva nello spazio deve esser costante per una stessa cometa (salve le perturbazioni che non sempre sono poca cosa). Quindi gli elementi che lo determinano, cioè la sua *inclinazione* al piano dell'orbita terrestre, e il *nodo,* ossia il luogo ove esso piano taglia l'ecclittica, devono trovarsi identici. Inoltre la collocazione della curva nel suo piano, ossia la direzione del suo asse deve pure restare costante, elemento che gli astronomi chiamano *longitudine del perielio;* finalmente la stessa orbita deve avere il suo vertice a identica distanza dal sole, ossia la *distanza perielia* deve esser la stessa: ora questi elementi nella cometa attuale sono tutti diversi da quelli che abbiamo nel catalogo delle 225 comete calcolate finora. Essi sono i seguenti fondati su un arco di 40 giorni di osservazioni dal sig. Seeling:

Tempo del passaggio al perielio tempo medio di Roma 11 Giugno	18^h $35^m 21^s$
Longitudine del perielio	249° 19′ 7″.9
Long. del Nodo asc.	278 59 9. 5
Inclinazione	85 35 24. 3
Distanza perielia.	0,82203.
Moto Diretto.	

(Eq. med. 1 luglio 1861)

Quest'orbita è singolare per la sua grande inclinazione al piano dell'orbita terrestre che gli si trova quasi perpendicolare: la sua distanza perielia è assai grande cioè maggiore della distanza di Venere dal sole. Essa dunque non è passata tanto vicina al sole quanto l'immensa sua coda e il rapido suo moto poteva far credere ne' primi giorni. Tutta la grandezza che allora mostrò, dipendeva dalla distanza alla terra, la quale è stata piccolissima e la prima sera, del 30 Giugno, la cometa trovavasi tra il sole e noi distante dalla terra non più che 0,132 ossia $\frac{1}{8}$ della distanza della terra al sole, cioè circa 11 milioni di miglia. Questo è accaduto per la singolare combinazione che l'intersezione del piano dell'orbita della cometa con quella della terra accadde precisamente nel luogo occupato dalla terra il giorno 30 Giugno a 9 pom. circa, e la cometa stessa si trovò nella medesima intersezione due giorni prima, cioè ai 28 Giugno alle 5 pom. quando la terra ne era distante 2° e 4': quindi un osservatore collocato nel sole avrebbe potuto vedere i due corpi vicinissimi. Il rapido moto della cometa nei primi giorni, con cui percorse fino a 10 gradi al giorno è pure una conseguenza della stessa vicinanza; ma è ben lungi dall'essere straordinario. La cometa del 1472 in 24 ore percorse 120°.

È facile dietro questi elementi fissare le dimensioni dell'astro. Abbiamo detto che la cometa aveva realmente due code: la più ampia era lunga circa 9 milioni di miglia e la più lunga cioè quella del gran raggio era 20 milioni: il diametro trasversale della maggiore 622000 miglia (1). La lunga coda estendevasi dunque assai più che non l'orbita terrestre, e siccome, la coda delle comete è sempre opposta al sole, ne segue che essa era questa volta diretta verso la terra, onde si è sospettato che ci siamo potuti trovare involti nella sua atmosfera il giorno 30, quando la terra attraversava il piano dell'orbita cometaria.

La fig. A. qui sotto fa vedere il corso relativo della terra ♁ e della sezione della coda ☋ alla distanza della terra dal sole, supposto che essa sia sul prolungamento del raggio

(1) Intenderemo sempre il miglio geografico italiano di 1855 metri.

Figura A

vettore, e la fig. B fa vedere la posizione relativa in cui si trovavano la terra, il sole e la cometa nel piano dell'orbita della cometa stessa, quando la terra vi passò il 30 Giugno.

Figura B.

Da questa figura si vede che se la coda era diretta secondo il raggio, essa passò assai di sopra della terra, ad una distanza 0,025 ossia di 2 milioni e 75000 di miglia, anche considerando le parti più vicine. Ma il dubbio nasce da ciò

che la coda non sempre sta sul prolungamento del raggio vettore, ma si piega verso la parte che ha già percorso la cometa: quella del 1811 se ne allontanava 12°; quella di Donati ne deviava alla testa di 12° e tutti ne conoscono la forma curva che avea, onde se la coda della nostra fosse stata curva e deviante dal raggio vettore, essa poteva benissimo venire a toccare la terra, se non colla porzione larga e viva, poichè questa non poteva arrivarvi nemmeno colla sua più diffusa estremità visibile, almeno col razzo lungo 118°. L' inflessione necessaria a ciò può calcolarsi, e si trova aver dovuto essere 27° almeno: ora le osservazioni sono ben lungi dal confermare questa deviazione. La posizione della terra nei primi giorni era sfavorevolissima a poter giudicare di tale deviazione, trovandosi allora vicinissima al piano stesso dell' orbita cometaria, ma essendosene scostata, si è veduto che la deviazione della coda dal raggio vettore è incomparabilmente più piccola di questa quantità, e che per la lunga non può superare 10°. Non poteva adunque la coda investire la terra, e la luce che taluno crede avere osservato la sera del 30 è dovuta a tutt' altra cagione, nè qui in Roma se ne vide altra che quella della coda stessa. La massima vicinanza fu presso al giorno 29, ma allora la coda non era diretta verso la terra. Che se pure taluno volesse deliziarsi nella idea di tale scontro, diremmo che noi non ce ne siamo accorti, nè potevamo accorgecene, tanta essendo la rarezza di quella materia che forma le code, che la terra poteva impunemente attraversarla, tutto al più appropriandosene un tantino; e non è improbabile che malgrado la distanza essa l' abbia già fatto. Ma che sarebbe avvenuto da questo? Un infinitesimo di più di materia nella nostra atmosfera, e non altro, che è quanto probabilmente avviene per qualche stella cadente.

Altrettanto però non potrebbe dirsi se la terra venisse ad incontrare il nucleo, il quale benchè non solido e perciò non tale da spezzarla, potrebbe però produrre non piacevoli conseguenze.

La rapida diminuzione della coda è derivata fino al giorno 9 dal solo aumento della distanza, ma dopo quell' epoca cominciò a diminuire effettivamente.

Massa e densità della Cometa.

La teoria ci dà il modo da determinare le dimensioni del nucleo e la sua massa: il calcolo delle misure fatte ci dà:

1°. Luglio	3^h	ant. diam. vero del nucleo:	miglia	548,3
detto	9^h	pom.	»	348,6
2 Luglio	10^h	pom.	»	246,9

Una conseguenza importante si ricava da queste cifre, ed è, che il diametro del nucleo, e quindi il suo volume andava diminuendo al crescere della sua distanza dal sole, e ciò in una ragione rapidissima (1). In questo si ha evidentemente un effetto del raffreddamento, dovuto all'allontanarsi della cometa dal sole, ma ciò è non poco singolare, perchè in altri casi si è veduto il nucleo aumentare allontanandosi da quello. Però se il nucleo è diminuito, è assai cresciuta la nebulosità generale che lo inviluppa, come suole accadere generalmente in tutte le comete. La mattina del 1° Luglio la lunghezza de' getti era 6275 miglia, e il raggio del paraboloide 10,424 e il resto della nebulosità può valutarsi circa al doppio, o 21000 miglia; nella sera del 2 Luglio il raggio della nebulosità sottendeva un angolo di 10' e il suo diametro reale era 37,400 miglia, ai 22 dello stesso mese sottendeva 4' ed era 64,500 miglia, finalmente la sera del primo Agosto il suo diametro apparente era di 3',21" e il reale trovasi 81350 miglia geografiche (di 60 al grado). Si vede adunque un grande aumento nella nebulosità a detrimento della coda; che la sera del 26 non sottendeva che tre gradi, mentre avrebbe dovuto sottendere almeno venti se si fosse conservata costante, e la sera del 1.° Agosto erasi ridotta appena a 2° in un cercatore di molta forza, e ad occhio nudo era appena 1°. L'aumento della nebulosità con quello della distanza dal sole è uno dei fenomeni più costanti, e non ancora bene spiegati delle comete: esso fu attribuito dal

(1) Ho cercato se in tale diminuzione vi era qualche legge in rapporto delle distanze, non ne ho trovata alcuna soddisfacente.

sig. Walz alla diminuzione della pressione dell'etere, ma pare dovuto ad altra cagione. Tale aumento in alcune fu trovato essere assai regolare: nella cometa di Halley nel 1835, che presentò un contorno regolare e deciso, Herschel lo vide essere di 21″ al giorno (1). La grande irregolarità dell'inviluppo nella cometa presente non ha permesso le ricerche che ci proponevamo di fare.

Dalle misure del nucleo e dell'atmosfera può arrivarsi a qualche cognizione sulla massa, la quale è importante sapere per apprezzare l'effetto che l'urto di una cometa potrebbe produrre sulla terra. Sono note le stranezze spacciate a questo proposito; noi lungi dall'applaudirli diremo soltanto che la scienza ci avverte che tale scontro non potrebbe esser così innocuo come taluno ha creduto. Assumendo per certa la regola data dal Calandrelli (2) ripetuta poscia dal Roche per determi-

(1) *Cape observ.* pag. 404. Aspettiamo con impazienza le osservazioni della cometa fatte prima del passaggio al perielio per vedere che fenomeni ha presentato. Il P. Cappelletti scrive dal Chilì che la cometa presentava nel mezzo della coda una lista lucida quanto la testa, e lunga $\frac{1}{3}$ della coda stessa, e che questa da γ Eridano arrivava ad α (Archenar), ed ebbe la massima luce il 13.

(2) *Opuscoli astronomici della Specola del Coll. Rom.* 1807 La regola suddetta è questa: misurato che siasi il diametro apparente della nebulosità, si calcoli il suo raggio vero r: sapendo la distanza della cometa al sole a, si ha l'equazione

$$r = a \sqrt[3]{\frac{\mu}{2}}$$

donde si cava μ che è la massa cometizia. Questa formola suppone che r sia il raggio in cui la sfera di azione della cometa è uguale a quella del sole, ma è difficile definire se debba essa collocarsi al limite della nebulosità estrema o di quello che diciamo nucleo, o di altro di quegli inviluppi che circondano i raggi. È provato che prendendo tutta la nebulosità, la massa viene esagerata, ma prendendo la superficie del nucleo, si ha un valor minimo, sotto il quale non sembra poter discendere: quindi il primo limite l'abbiamo definito colle misure del nucleo, l'altro colle misure dell'inviluppo paraboloidale prese nella mattina del 1. Luglio, sembrandoci probabile che l'azione della cometa possa estendersi fino a quella superficie in cui la sua massa pel raffreddamento riveste quella forma, la quale sembra indicare una deposizione regolare della materia verso il nucleo (V. Herschel *Cape observ.* Ch. v. pag. 406). Da questa incertezza provengono i limiti così vaghi, de'quali uno è nientemeno che 28 mila più grande dell'altro. — Roche *Annales de l'Obs.* de Paris T. v.

nare la massa delle comete dietro la misura delle atmosfere, si trova che la cometa attuale non può avere una massa minore di quella che formano 56 miglia cube di acqua, e questa cifra devesi riguardare come un limite inferiore, sotto al quale difficilmente può discendere; il limite superiore poi oltre il quale non può salire, è circa 2 milionesimi del globo terrestre. Nel primo caso sarebbe di poca importanza per modificare lo stato della terra, ma pure saria capace di portare qualche trista conseguenza; nel secondo, essendo eguale a due volte circa la massa dell'atmosfera terrestre, non sarebbe punto innocua se venisse a investirci e potendo essa facilmente alterare affatto la costituzione fisica della nostra atmosfera e variare il livello de' mari. È noto infatti che l'intera massa atmosferica equivale ad uno strato di acqua di 10.^{metri} di altezza; se pertanto la cometa supposta il doppio, venisse a fondersi sulla terra, (in ipotesi che fosse tutta di acqua) eleverebbe il livello de' mari di 20 metri, e anche più, avuto riguardo alla parte del globo coperta dai continenti. Di un tale scontro, noi non ardiremo negare assolutamente la possibilità, come taluno ha fatto, perchè se esso è poco probabile, per una determinata cometa, atteso però il loro gran numero (1), la cosa non può dirsi impossibile: però nulla finora ci autorizza a crederlo imminente, e per le comete che conosciamo può dirsi certamente assai poco probabile. Solo l'infinita Provvidenza che tutto ordinò al ben essere dell'uomo e alla sua conservazione, può sapere se tal catastrofe sia preparata, ma la sua eventualità non è punto diversa da quella che possa immaginarsi per un vulcano che venisse a scoppiare nel punto del globo che noi abitiamo, la quale certo non disturba i sonni di alcuno.

Dietro le dimensioni e la massa del nucleo e dell'atmosfera si possono calcolare le rispettive densità. Assumendo il limite superiore della massa, la sua densità risulta appena 16 volte quella dell'aria atmosferica (2) e si troverebbe 1800 volte minore dell'aria stessa adottando il limite infimo. Questi limiti

(1) Il numero medio delle comete comparse dacchè si cercano cogli strumenti è di 4 a 6 l'anno.

(2) Cioè $^1/_{45}$ dell'acqua.

sono certo enormemente distanti, ma non è poco il poter saperli. Assai più rara poi è la nebulosità: questa nella sera del 1.° Luglio avea un diametro eguale a 3 volte almeno quello della terra e la densità media complessiva di essa e del nucleo trovasi appena 2 millesimi dell'aria (1) vale a dire appena quanto l'aria più rarefatta nelle nostre migliori macchine pneumatiche. Nulla dirò della coda, la quale benchè immensa nella estensione non ha densità valutabile tanto è esile.

Benchè minima questa densità pur essa può dirsi non punto straordinaria riferita allo stato della materia cosmica che secondo alcuni dovette precedere la formazione dei pianeti, onde potrebbe dare origine a un corpo considerabile se venisse raccolta in piccolo spazio. Basta riflettere che se la terra fosse dilatata anche solo fino alla luna, essa diverrebbe un corpo di una tenuità pari a $^1/_{31}$ dell'aria ordinaria: anzi se la massa stessa solare si dilatasse non più che fino alla nostra terra, esso diverrebbe un corpo della densità appena di 16 milionesimi dell'aria! Che diverrebbe dilatato fino a Nettuno?

Altre particolarità della cometa.

Più importante per la scienza è l'esame di alcuni fatti che sembrano poter condurre più direttamente alla cognizione fisica delle comete.

Il primo è se la cometa avesse luce propria o lume meramente riflesso. La scienza possiede ora i mezzi da decidere la questione dal lato affermativo, ogni volta che si verifichino certi fenomeni ottici detti di polarizzazione: ma mancando questi nulla può più asserirsi, e la luce può esser propria, ma può anche esser imprestata e solo diffusa. Nella sera del 1° Luglio, la luce della nebulosità era fortemente polarizzata, e potè anche definirsi col semplice polariscopio a striscie esser il piano di polarizzazione vicino al piano passante pel sole, ma non coincidente con esso, cioè distante 32°; lo stesso si verificava per la coda ad occhio nudo; ma il nucleo questa prima sera non presentava traccia alcuna di polarizzazione. Da ciò si conclu-

(1) Equivalente all'aria sotto una pressione di $^2/_{10}$ di millimetro.

de che la luce della nebulosità era riflessa, ma non può dirsi che il nucleo avesse luce propria, perchè anche le nubi nostre mentre diffondono la luce solare non la polarizzano. Si è sospettato essere stato incandescente il nucleo di alcune comete accostatesi assai al sole, come quella di Newton nel 1680 e quella del 1843, le cui temperature doveano essere superiori a quella della fusione del ferro e del platino, ma sembra non potersi dire lo stesso della presente con sicurezza, atteso, che non si è accostata al sole più che Venere, cioè ad una intensità di raggi solari appena doppia della terra. Onde se la sua materia non era di natura più infiammabile di quella che conosciamo, tale ipotesi pare poco probabile.

Quel che è certo però si è, che noi vedevamo il nucleo per trasparenza, o piuttosto per diffusione, come si vede illuminato un ammasso di polveri o di fumo. Infatti nella mattina del 1.° Luglio esso era quasi perfettamente rotondo (v. sopra): ora se esso fosse stato un globo opaco, non avrebbe potuto comparir di quella forma, ma attesa la posizione in cui era collocato cioè tra il sole e noi, dovea vedersi falcato come Venere, e Mercurio, e presentare una fase larga $^1/_7$ del diametro (1). Ora nulla di ciò si verificava, e la piccola compressione osservata devesi ad altra causa attribuire. I getti di luce e gli archi paraboloidali sono fenomeni affatto diversi dalle fasi, e pare che le mezze lune, gli archi ecc. creduti *fasi* dagli antichi debbano classificarsi tra i getti luminosi accennati di sopra e non altro. Lo stesso si rileva dalla nessuna ombra che esso lasciava dietro di sè: è vero che la sera del 3 Luglio era dietro di esso uno spazio scuro, ma questo non era ombra, perchè la sua direzione non combina colla direzione opposta al sole con cui faceva un angolo di 44° (2). Non deve poi sorprendere che esso fosse trasparente, perchè abbiamo veduto quanto piccola fosse la sua densità. Onde probabilmente sarebbesi potuta vedere una stella attraverso il nucleo, come io la vidi attraverso il centro della cometa di Biela nel 1851.

(1) L'angolo fatto allora dalla visuale col raggio solare al centro della cometa era 153°.

(2) Boschovich osservò lo stesso nella cometa del 1744 op. Tom. III. pag. 365.

Si è cercato se le comete avessero moto di rotazione, ma nulla si è potuto definire. Bessel osservò una variazione nella direzione dei getti della cometa di Halley rapporto al circolo condotto pel sole. Una simile variazione hanno mostrato i getti di luce della nostra; così il getto centrale che faceva col sole un angolo di — 25° la sera del 1 luglio, lo faceva di — 17° la sera del 2: di — 8 la sera 4, e di + 5 la sera dell'8 luglio. Quantunque una parte di queste mutazioni sia meramente apparente per il cambiamento di luogo dell' osservatore, pure è impossibile spiegare tutto con questi principii e una porzione di tali moti è reale e indica una lenta rotazione. Abbiamo già fatto osservare che la lunga coda era il prolungamento del getto boreale dal quale la materia pareva slanciarsi con maggior forza.

Ma qual è la cagione per cui la materia delle comete si diffonde a così immensa distanza? in che differiscono esse dai pianeti? qual è l'origine di queste meravigliose appendici? Qui ci troviamo condotti alla parte più difficile del tema, e precisamente a quelle grandi questioni fisiche annunziatevi da principio.

Formazione delle code delle comete.

Quanto noi conosciamo della materia tutto lo tiriamo dalla sperienza ordinaria, e per ciò che è fuori di questa sfera noi non possiamo sentenziare che congetturando. Ora le comete sembrano decisamente corpi posti in condizioni differenti da quelle in cui si trovano i corpi che formano i pianeti: questi oltre alla forza di gravità, sono regolati dalle leggi della coesione, che li rende opachi e densi, e le comete paiono invece congerie di materia disgregata e sciolta, piuttosto analoga agli ammassi di polveri che ai liquidi o ai gas. Esse infatti riflettono e polarizzano la luce come i fumi o i gas e gli ammassi di polveri e si veggono come essi per riflessione e trasmissione o diffusione ma non esercitano rifrazione propriamente detta (1). Ora ci è ignoto quale influenza possano avere le forze

(1) Bessel, Mem. cit §. VII. Nella sera del 3 Luglio mentre una stella passava vicina alla nostra cometa, fu misurata incessantemente la distanza nell'accostarsi e scostarsi, ma le osservazioni fecero vedere essere il suo corso una linea assolutamente retta.

fisiche su corpi di tal natura, e ridotti a sì estrema radezza, e appena possiamo congetturarlo dai fatti non ha guari scoperti delle luci elettriche nel vuoto. Una debole corrente elettrica che nel pieno non ha effetto alcuno, in questo vuoto svolge una luce sorprendente, e mostra le pulsazioni del suo moto discontinuo tra quella tenuissima materia. Ivi succedono decomposizioni chimiche e disgregazioni di cui non abbiamo fatti analoghi alla pressione ordinaria (1). Ma questi non ci danno che una debole idea di ciò che possa una forza fisica nelle circostanze in cui manca solo la pressione atmosferica, e ove pure domina sì forte la gravità; che sarà poi ove anche questa venga a mancare? Compensando la gravità con ingegnosi artifici (giacchè non possiamo distruggerla) si veggono mirabili effetti tra le forze molecculari, che nelle comuni circostanze non possono avverarsi (2). Nello spazio planetario e attorno le comete ove minime sono la pressione, la densità e la gravità, noi non possiamo formarci una idea adequata di ciò che sia per accadere sulla materia al variare degli agenti esteriori. Quel che possiamo dire di certo si è, che nel sole risiede l' azione che sviluppa quei grandi strascichi delle comete, e che ne muta le forme, perchè vediamo che questi effetti vanno crescendo colla vicinanza a quell'astro. Le comete quando vengono dalla profondità dello spazio sono di forma rotonda, e senza vestigio di coda, e solo mostrano nel centro un punto più denso e luminoso: coll' accostarsi al sole, questo nucleo comincia a divenire eccentrico nell' atmosfera; si formano dalla sua parte diretta verso il sole de' getti di materia lucida i quali avanzatisi alquanto verso quest' astro, si vedono retrocedere come se fossero respinti da un soffio da esso emanente, e vanno a formare lo strascico della coda. L'azione è evidentemente tumultuaria nell' accostarsi al sole, ma questa sembra cessare e trasformarsi in placido sedimento nell' allontanarsi da esso, allora ai getti irregolari succedono inviluppi regolari, la materia sembra rias-

(1) Vedi i bei lavori di Cassiot e Grove nella *Transas. filosof.*

(2) V. i bei lavori di Plateau anche ora continuati nel *Cosmos* 1861 Giugno e Luglio.

sorbita dal nucleo donde partì, la coda si accorcia e svanisce, ed esse ritornano a stato di rotonda nebulosità.

Questa in poche parole è la storia di ogni cometa: variano le particolarità accidentali più o meno, ma non varia la sostanza. Or quale è la causa che determina sì fatta serie di fenomeni? Qui è dove giace il nodo della questione. Io non pretenderò scioglierlo, ma dirò soltanto ciò che è stato imaginato a questo effetto. La questione può anche porsi in termini più precisi. I fenomeni delle comete sembrano indicare una forza procedente dal sole e tendente a respingere i getti emanati dal nucleo, e sollevantisi dalla sua massa. Ora tal repulsione, 1.° è essa vera e reale o meramente apparente? 2.° Può il sole esercitare veramente una forza repulsiva, mentre sappiamo che esso è il centro appunto dell'attrazione che riconduce l'astro al suo perielio e lo sostiene nella sua orbita? 3.° Tal forza per quali caratteri si distingue dalla gravità stessa e dalle altre forze note?

Gli astronomi non sono tutti d'accordo su la risposta a questi quesiti; quelli del secolo scorso preceduti da Newton, credettero di vedervi una mera ripulsione apparente: quelli del secolo attuale capitanati da Olbers e Bessel, sembrano invece tenersi per una repulsione reale. L'idea che la coda sia un puro fenomeno ottico, o di luce pura è rigettata da tutti.

Il primo e più ovvio modo d'immaginare una ripulsione apparente è quello che ha origine dalla resistenza di un mezzo che si trova diffuso in tutto lo spazio celeste: le comete come corpi leggieri, per l'ostacolo che esso loro oppone ne avrebbero facilmente staccate le particelle più leggieri, e queste seguitando più lentamente il moto del nucleo formerebbero la coda. — Ma tale ipotesi è esclusa dal fatto che se le comete hanno la coda che le segue, a un dipresso secondo la linea del moto, quando si accostano al sole, essa invece le precede quando da esso si allontanano, ed è ad angolo retto colla direzione del moto stesso nel perielio, giacchè, come abbiam detto, la direzione della coda è sempre opposta al sole e tutti hanno osservato che nella cometa attuale la coda precedeva la testa. Tale circostanza è inesplicabile colla ipotesi in un mezzo resistente, il quale dovrebbe produrre una coda che seguisse il

nucleo, e solo si può ad essa ricorrere per spiegare la curvatura delle code, benchè sia molto probabile che anche questo derivi da un altro principio. La resistenza del mezzo fu rigettata dal Newton stesso dietro la considerazione della enorme velocità con cui le particelle si allontanavano dal nucleo (1).

Keplero per spiegare le code delle comete ricorse ad una materia lieve e all' impulso de'raggi solari contro le particelle della cometa, ipotesi rinnovata nell'ultima parte da Eulero e Faye ed ammessa quasi senza eccezione dagli astronomi più distinti del secolo scorso, come Pingré e Delambre (2), Ma la materia delle comete non può esser *lieve*, e lo stesso Newton benchè fondatore del sistema della emissione luminosa, rigettò l'impulsione de'raggi lucidi, e a più forte ragione viene rigettata ora che si sa per certo esser la luce una oscillazione di un mezzo imponderabile, i cui tremori non possono generare moto traslatorio più che i nostri suoni non siano atti a trasportare i corpi pesanti.

Un altro modo con cui può generarsi una ripulsione apparente per l'effetto di un mezzo, è la pressione idrostatica onde i corpi immersi in un fluido di densità maggiore della propria, tendono a salire alla sua superficie. Immaginano alcuni il sole cinto da una vasta atmosfera di tenuissima sostanza la cui densità vada decrescendo dalla superficie dell astro fino agli estremi degli spazi planetarii e la cui densità sia infinitamente minore di quella de'pianeti, ma possa esser maggiore di quella delle comete, onde alcune particelle di queste tenderebbero a salire in alto e allontanarsi dal centro, come appunto vediamo farsi dal fumo de nostri camini. Ma questa ipotesi non sembra potersi ammettere, perchè o questa atmosfera solare è di materia ponderabile, o eterea ed imponderabile: se è della prima specie, come accade che noi non la vediamo, e che essa non ci riflette luce veruna ? Alcuni hanno creduto che potesse esser quella materia rarissima che forma la luce zodiacale: e la corona del sole ecclissato: che questa esista non può

(1) Newton, *Ph. nat. princ.* p. 3, T. III, p. 2, pag. 651 édit. Le Seur et Jaquier.

(2) Delambre, *Astr.* T. III. p. 401. *Pingré Cometogr.* Tom. II, p. 207.

negarsi, ma questa avrebbe un limite che molto non si estenderebbe al di là dell'orbita terrestre, e forse nemmeno lo tocca, ed è distesa nel piano dell' equatore solare: dunque in tal caso le code non dovrebbero apparire che quando le comete penetrano in questa atmosfera e quindi nessuna dovrebbero averne quelle che hanno il perielio fuori dell'orbita suddetta, e tardissimo la dovrebbero mostrare quelle che sono quasi perpendicolare all' ecclittica. Ora si hanno de' fatti che provano le comete esser apparse fornite di coda anche prima di arrivare al limite di questa luce, come appunto l' attuale (1). All' azione di un tal mezzo può forse ascriversi l'acceleramento osservato nella cometa di Encke, e la curvatura delle code, ma sembra troppo attribuirvi la loro formazione.

Newton vide queste difficoltà, e per spiegare le code ammise che l'atmosfera solare fosse formata di materia eterea crescente in densità presso del sole, e che, pel contatto delle molecole cometarie riscaldata essa pure, cercasse salire ed allontanarsi dal centro del sole, e in tal atto strascinasse seco la materia ponderabile della cometa; a quella guisa che l'aria calda de' nostri camini strascina seco le faville e le ceneri di essa più pesanti (2). L' ipotesi è ingegnosa, e degna di un Newton e tocca un punto delicatissimo della connessione tra la materia ponderabile e l' imponderabile, ma oltre la sua non piccola complicazione, vi è una grande difficoltà in contrario, che non sò se da altri sia stata avvertita. Questa, è che se l' etere fosse più denso in alcune distanze dal sole che in altre, la luce pure si propagherebbe con diversa celerità nelle varie parti del cielo, e l'aberrazione delle stelle che da questa dipende sarebbe variabile: ora questa essendosi trovata costante per tutte le parti, tale diversa densità non si può ammettere.

Le precedenti ipotesi adunque imaginate per spiegare la formazione delle code sono insufficienti. Ma vi è di peggio; perchè se spiegano la formazione non si occupano del loro riassorbimento: nè si tien conto del calore, il quale entrando in mezzo deve grandemente influirvi.

(1) V. Pingré, *Cometogr.* T II, pag. 205.
(2) Newton, loco cit.

Per intender questo è mestieri premettere un principio di somma importanza in questa materia ed è il seguente. Ciascuna particella dell' atmosfera della cometa è soggetta necessariamente a due forze: una di gravitazione verso il sole, che le è comune con quella che regge il nucleo, e l'altra di gravitazione verso il nucleo stesso: ciascuna di queste forze è in ragione diretta delle masse, e inversa del quadrato delle distanze dal sole e dal nucleo. Quindi esiste necessariamente una superficie intorno del nucleo in cui la sua attrazione eguaglia quella del sole, e fuori di essa questo prevale; ora la massa delle comete essendo minima rapporto a quella del sole ne segue che il limite di queste due forze è sempre vicinissimo al nucleo, e che a piccola distanza da esso la particella non ubbidisce che all'azione del sole come a forza principale. Si è calcolato che supposto un massimo eccessivo di massa nella cometa di Halley (cioè $^1/_{5000}$ della massa terrestre), tal limite si trovava ad $^1/_{42240}$ della distanza della cometa al sole, che veduto dalla terra nella sua massima vicinanza si estendeva appena ad $^1/_{10}$ della sua nebulosità (1). Le particelle del capellizio esteriore, e molto più quelle della coda, sono dunque affatto indipendenti dal nucleo, e l'accompagnano solo per l'impulso comune che esse aveano al momento che uscirono dalla sua sfera di azione. Ora trovandosi lanciate a sì immensa distanza, fuori della sua sfera, come vengono riassorbite?

La causa determinante queste particelle ad uscire dalla sfera del nucleo è certamente il calor solare: e può aggiungersi che se in queste minime densità le forze espansive agissero colle leggi che conosciamo pei corpi gassosi, la loro forza repulsiva sarebbe tanta che le comete dovrebbero disciogliersi affatto nello spazio. Non pare adunque che fuori del calore si debba cercare altra cagione sufficiente per fare uscire le molecole dalla sfera di attrazione del nucleo. Arrivati però a questo punto può cercarsi su qual linea si disporrebber nello spazio i punti così staccati dalla cometa i quali devono necessariamente

(1) Bessel, Mem. cit. §. 11. L'angolo sotto il quale si sarebbe potuto vedere il raggio della sfera d'azione del nucleo era 25″, e quello della nebulosità era 240″.

esser animati da una velocità di proiezione diversa da quella che ha il nucleo per la forza di dilatazione che li staccò, e quindi devono proseguire la loro corsa in curve coniche di parametro diverso da quella descritta dal nucleo stesso (1). Tal problema non è stato sciolto ancora direttamente, ma ad occasione della cometa Donati, astronomi di somma autorità hanno discusso questo soggetto, e dai loro profondi studii sembra risultare evidente che se il calore può esser sufficiente a disgregare le masse, non potrebbe bastare a spiegare tutto il resto, e a dare tutta la forza impulsiva per cui formansi rapidamente sterminate code, nelle quali la materia è portata a grande distanza con velocità molte volte superiore a quella della gravità solare (2), e molto meno esso potrebbe rivolgerla indietro, e produrre que' getti arrovesciati che vediamo intorno ai nuclei delle comete, i quali in caso che la lor forma sia permanente (come sembra) ed esprima la traiettoria delle singole molecole, non può certo tutto spiegarsi col calore (3).

(1) Sia v la velocità di proiezione di un punto in una parabola di distanza perielia p: ed ω l'angolo fatto dal raggio vettore r colla direzione dell'impulso diretto secondo la tangente della parabola nel luogo donde si slancia il punto: si ha la relazione $v^2 r^2 \sin^2\omega = Kp$, essendo K una costante. Se una molecola riceve un impulso dv, la mutazione del parametro sarà $K dp = 2vr^2 \sin^2\omega \, dv$, quindi prescindendo anche dal diverso valore di ω che necessariamente varia ancor esso, nel caso nostro varierà il tempo del pass.° al perielio: applicando questo principio a una serie di parabole spettanti a ciascun punto separatosi dal nucleo, è facile vedere che dalla parte in cui la proiezione si fa dalla parte esterna dell'orbita si genera una coda, ma un'altra pure se ne dovrebbe generare dalla parte interna del sole. Ora questa è mancante, o solo è apparsa in qualche caso (nel 1823) come eccezione. Ma potrebbe dirsi che essa viene assorbita in certo modo dal nucleo che le corre appresso a mano a mano che si forma, come l'onda davanti a una prora di una nave: però come potrebbe mancare questa coda nelle vicinanze del perielio? e anche ammettendo che allora cessi affatto l'emissione dal nucleo, nell'allontanarsi la cometa dal sole i punti esterni della coda dovrebbero esser tanto ritardati da dare una enorme curvatura alla coda e una direzione affatto diversa da quella che comunemente si osserva.

(2) Nella cometa Donati la velocità con cui crescevano le aureole dalla parte del sole era 19 metri per secondo, ma la coda cresceva 32500 metri nel medesimo tempo (Faye C.R.T. XLVII, p. 845).

(3) Dico così, perchè i getti potrebbero essere una forma meramente

Ridotta la questione a tal punto, par necessario ammettere una forza repulsiva nel sole, ma per decidere la questione devesi tentare col calcolo di ridurre la sua azione a formole precise e confrontare i fatti colla teoria. A chi ben lo considera il problema è più arduo che comunemente non si crede, e quel che più deve avvertirsi è, che il calcolo non può pronunziare altro, *se non che le cose accadono come se vi fosse tal ripulsione,* ma se essa sia reale o apparente, ciò esso non lo potrà decidere, a quella guisa appunto che il calcolo non decide su la natura della gravità se essa sia dovuta ad un principio di pressione o ad altra azione, ma solo dice che l'accelerazione verso i centri di massa è in ragione inversa de'quadrati delle distanze. Questo è lo stato della questione: e sono appunto i tentativi fatti a questo proposito che passo ad esporre.

Ipotesi delle forze repulsive.

Il primo ad ammettere una forza repulsiva, diversa dall'impulso meccanico di Keplero, fu Olbers; ma quello che ne formulò la teoria in modo geometrico fu Bessel nella più volte citata Memoria. Però esso non potè sciogliere il problema che approssimativamente; nè fa meraviglia, perchè esso nella sua generalità è superiore all'analisi. Però considerando solo i punti collocati a grande distanza dal nucleo, cercò la curva su cui doveano disporsi le molecole supponendole animate dalla gravità verso il sole, dalla forza di proiezione attorno di esso quale aveano quando uscirono dalla sfera del nucleo, e da una forza ripulsiva incognita lasciata indeterminata, la cui natura ed intensità dovea rilevarsi dal confronto de' fenomeni colle osservazioni. Egli assegnò le equazioni delle coordinate di questa curva, che trovò dovere aver parametro diverso secondo la direzione con cui le molecole uscivano dall'atmosfera; e però diè ragione della larghezza delle code e condusse l'analisi a tal punto che conoscendo la lor deviazione dal raggio vettore condotto

apparente prodotta non dalle curve descritte da ciascuna molecola, ma dalla intersezione delle linee rette che descrivono le molecole slanciatesi intorno al nucleo, come le caustiche con cui hanno grande somiglianza.

dal sole alla cometa, poteva rilevarsi la natura ed intensità della forza repulsiva. Questa per la cometa di Halley nel 1835 fu trovata esser eguale a — 1,8 della attrazione solare, ma diretta in senso opposto. Questo era un passo importante che porgeva occasione da verificare in modo definitivo la teoria di queste forze, e fece vedere l'importanza che aveano per essa le osservazioni della direzione delle code, e le loro forme, cose troppo neglette fino allora; ma nel medesimo tempo apparve la difficoltà del soggetto e la teoria dovea saggiarsi su di altre comete.

Opportuna venne per ciò la grande cometa Donati, e il sig. Pape vi applicò le regole di Bessel (1), ma vi trovò grandi difficoltà. La sua doppia coda (2) e il suo angolo variabile per la sua curvatura, dava dei valori enormi della forza repulsiva, e non costanti, e si vide la necessità di tener conto di quantità trascurate da Bessel. La variabilità della forza repulsiva, che per questa cometa sarebbe stata da + 0,62 a — 5,31, e diversa per le diverse sue code, non farebbe seria difficoltà, potendo ciò dipendere semplicemente dall'agire essa in ragione diversa del quadrato delle distanze, il che non è impossibile in forze di tal genere. Di più la forza repulsiva potrebbe variare colla diversa qualità specifica delle materie, come variano le dilatazioni e i calori specifici, e così aversi diversi getti e diverse code variamente inclinate.

Il prof. Americano sig. Pierce ha ripigliato nella sua semplicità il problema di Olbers, ed ha cercato di risolverlo in altra via più empirica. Posta una molecola soggetta ad una forza repulsiva derivante del sole, essa deve descrivere un ramo iperbolico avente il sole nel fuoco dell'altra curva conjugata; ha dunque cercato da qual forza dovrebbe essere animata una parte di molecole per formare la coda come si vedeva nella cometa Donati. I suoi calcoli lo conducono ad una forza repulsiva pa-

(1) Astr. Nach. N°. 1174.

(2) La cometa del 1858 avea oltre la coda larga un'altra tenuissima e pari a un debole filetto quasi rettilineo: per queste due code la forza repulsiva si trova sommamente diversa. L'attuale ne avea due, come più volte ho accennato.

ri a — 1 $^1/_4$ della gravità solare e con ciò sparirebbe la variabilità trovata da Pape (*Gould* astr. journal n.° 120-127).

Finalmente il sig. Roche considerando che tutti questi tentativi sempre supponevano che le molecole fossero a grande distanza dal nucleo, ha cercato con una ingegnosa analisi di stabilire quali sieno le forme di equilibrio degli strati atmosferici cometarii, 1.° in ipotesi della sola gravità; 2.° coll'ipotesi di una forza ripellente; 3.° con quella di un mezzo resistente. Risulta dalla sua analisi (1) che per la sola gravità le atmosfere cometarie devono allungarsi tanto dalla parte del sole che dall'opposta, il che essendo contrario all'osservazione mostra che la gravità sola non basta a spiegare le forme delle comete. La seconda ipotesi delle forze repulsive dà forme molto analoghe a quelle che realmente si osservano, e specialmente spiega l'esistenza di uno strascico di coda unico offerto comunemente. La 3.ª pure combina in questo risultato, ma i motivi sopra accennati per escludere il mezzo resistente, sembrano militare contro questa ipotesi.

Anche il sig. Schiaparelli (2) seguendo la traccia di Bessel ha cercato di determinare analiticamente la direzione delle code, ed è arrivato alla conclusione che la forza di gravità non basta e che la ripulsiva è quella che prevalendo deve produrre le code. Il sig. Faye credette che la forza repulsiva potesse spiegare anche l'accelerazione delle comete periodiche di Encke e quella che porta il suo nome trovatavi da Axel Möller, ed ha cercato di determinare il suo valore. (*C. R.* loc. cit.)

Questa è in breve la storia degli sforzi fatti finora per spiegare le code delle comete, dai quali si possono cavare due conclusioni importanti:

1.° Che il problema non può risolversi dietro fantastiche imaginazioni, ma è mestieri ridurlo a calcolo, ed è di soluzione più difficile che non si crede comunemente.

2.° Che siamo condotti a vedere nello spazio planetario entrare in azione le forze di altro ordine che la semplice gra-

(1) *Annales de l'obs.* de Paris. Tom. v. pag. 376.
(2) Ef. di Milano 1861.

vità, come venne già con tanta insistenza detto da Sir John Herschel fino dal 1835 (1).

Ora nella immensa varietà imaginabile di queste forze, non è facile il definire a qual ordine esse appartengano e qual sia la sorgente immediata di tali effetti. A stabilirne meglio il carattere osserveremo, che esse non cominciano ad agire su le molecole se non quando la massa è già attenuata ad un grado di cui difficilmente possiamo formarci un' idea, ma per ciò che spetta la loro natura nulla sappiamo. Olbers si pronunziò per l'elettricità: Bessel pel magnetismo e per una forza polare: Herschel per una forza qualunque molecolare. La quistione adunque è insoluta, ed entra ormai più nel dominio della fisica che della astronomia. Ma anche questa è lungi dall'avere compito ogni suo ufficio: poche essendo le comete periodiche, imperfetti e lunghissimi i calcoli delle perturbazioni planetarie, non si può definire ancora se talune irregolarità del loro corso siano difetto del calcolo, o dovute a forze perturbatrici di ordine diverso dalla gravità. E poi anche queste ipotesi spiegano come si stacchi la materia, ma poi non danno lume sufficiente a capire come le comete riescano a riassorbirla: anzi da molti per fino questo completo assorbimento è messo in dubbio.

In tanta difficoltà del soggetto ci limiteremo a dire che l'esistenza negli spazii planetari di forze diverse dalla gravità non può sorprendere chi considera quante siano le forze che animano la materia; ma è necessario definire qualche cosa di più, onde evitare l'assurdo di ammettere il sole come centro insieme di forza repulsiva ed attrattiva, ed ecco quanto parmi avvertire:

Primieramente non si può dire che queste forze repulsive si estendano a tutta la massa indistintamente colla stessa intensità, perchè ciò produrrebbe enormi perturbazioni nel corso della cometa e di queste non vi è vestigio, nè può ammettersi che l'azione del sole sia composta di più termini di senso opposto dipendenti dalla distanza, perchè ciò metterebbe una totale confusione nella meccanica celeste. La forza ripulsiva si manifesta dunque soltanto sopra una minima parte della massa delle

(1) Cape observat. loc. cit.

comete, cioè su quella che è ridotta fuori dell'azione del nucleo e ad uno stato estremo di divisione e tenuità, senza che per ciò essa cessi di gravitare nel sole. È dunque piuttosto uno stato analogo ad un urto di breve durata e piuttosto comparabile ad una forza esplosiva, che non una vera ripulsione permanente, e ciò pare provato dal riconcentramento che poscia torna a farsi della materia attorno al nucleo almeno nella massima parte. Dico nella massima parte perchè non è dimostrato che tutta ritorni ad esso, e la cometa Donati mostrava delle liste isolate tenuissime che parevano abbandonate nello spazio, e una simile mi ricordo averla veduta nella cometa nel 1843.

In 2.° luogo, che tali forze si possono manifestare nella materia attenuatissima, e non nella più densa, facilmente, si concepisce non solo per la molto minor inerzia della massa da muovere, ma anche perchè molte recenti scoperte lo persuadono. Prima del 1845 non avea la scienza altre idee sulle forze repulsive che quelle dipendenti dalle forze moleculari, dall'elettricità e magnetismo, le quali difficilmente possono applicarsi alle comete; ma da quell'epoca in poi il sig. Faraday trovò che i corpi non magnetici generalmente sono animati da un'altra forza, che egli chiamò diamagnetismo, in virtù della quale essi sono respinti dai corpi magnetici a grande distanza. Mettendo fra i poli di una potente calamita temporaria una pallina di bismuto, di fosforo ed altre sostanze, esse sono efficacemente respinte: mentre il ferro e le altre sostanze magnetiche ne sono attratte, e ciò anche nel vuoto. L'ossigene è attratto, gli altri gas sono respinti: ma anche quello è respinto se sia ad alta temperatura, e una fiamma posta tra i due poli è lanciata a distanza da una forte calamita e perfino spenta come da un soffio invisibile: insigne scoperta del P. Bancalari. Queste forze agiscono a distanza sensibile e non solo mediante il contatto della materia pesante: ora nulla di più probabile quanto il loro svolgersi nelle comete sia all'atto del riscaldamento che sentono, sia pel magnetismo di cui il sole sembra dotato, o anche prescindendo da questo, per qualche operazione elettrica che succeda nel nucleo stesso. Questo infatti nell'avvicinarsi al sole soffre un riscaldamento immenso e quindi dilatazioni e disgregazioni che non possono a meno di sviluppare quelli che diciamo impon-

derabili, cioè luce, magnetismo, e questi possono manifestarsi in modo anche più energico su la materia così rarefatta. Così per esempio nelle belle esperienze di Gassiot, nel vuoto perfetto fatto coll'acido carbonico assorbito dalla potassa, la elettricità non passa, ma un debolissimo riscaldamento di questa le fa emettere materia sufficiente per darvi transito e riempir tutto il tubo di luce vivissima. È impossibile osservare questi splendidi fenomeni senza farne un parallelo colle code delle comete.

Queste forze non distruggono la gravità, nè in vero senso la paralizzano, ma sono urti estrinseci, e il moto delle particelle si fa per una composizione di forze in cui la gravità non perde mai i suoi diritti. Questi impulsi, se vuolsi, possono dirsi ripulsioni; ma giunti a certa distanza presto si indeboliscono, si esercitano su varie materie in modo diversissimo, e ciò spiega perchè appunto le teorie geometriche fondate su le ripulsioni trovino sì variabile il suo valore, e peccano probabilmente nell'assumere per la legge del loro decremento quella del quadrato delle distanze.

Non vi è dunque veruno assurdo in ammettere tali forze, le quali non è impossibile che possano vincere la gravità solare, come tante forze moleculari qui da noi vincono momentaneamente la gravità terrestre, ed è noto che nella loro intensità relativa tutte le azioni di natura dell'imponderabile sono immensamente più energiche della gravità (1). Se tali forze poco si manifestano nei pianeti, nè arrivano a turbare la meccanica dei loro moti, ciò può dipendere 1.° dalla intensità delle loro masse che tengono le parti riunite ed aggregate. 2.° Dall'esser le loro orbite poco eccentriche col sole, onde esse non sono soggette che a mediocri disequilibri. 3.° Dall'esser esse per lo più polari od antagoniste, onde non possono spostare il centro di gravità del sistema delle molecole tra cui si destano. Per tale ragione Bessel ricorse a forze polari, perchè non vedeva spo-

(1) Si calcola che per ottenere colla gravità il moto di un pendolino di sambuco quale si ottiene dal minimo strofinamento di un cannello di cera lacca, ci vorrebbe una montagna di parecchie miglia di diametro. Lo stesso dicasi dell'azione specifica del magnetismo e anche del diamagnetismo come osserva Faraday (Ph. trans. 1846 *Research. on. el.* XXVI series.) V. Plana Mem. Ac. Tor. Tom. VI. ser. II. pag. 194 d. estr.

starsi il centro di gravità del nucleo dalla reazione prodotta su di esso nella emissione della coda. E considerando le forze piuttosto come urti estrinseci derivanti da tali azioni moleculari anzichè vere ripulsioni permanenti risiedenti nel sole, non si vede più tanta difficoltà a capire come l'azione combinata della cometa e del sole stesso possa raccogliere novellamente attorno al nucleo la materia slanciata fuori della sua sfera.

Tali sono le più plausibili congetture emesse in questa difficile materia, ma l'incertezza del soggetto ci prescrive una somma riservatezza nell'accettarne definitivamente veruna, perchè sembra un destino, che appena è stata formulata una ipotesi, la prima cometa che si presenta mostri fenomeni propri fatti apposta per ismentirla. Raccogliamo adunque i fatti con precisione e sincerità: analizziamoli in un modo più accurato e completo che non si è fatto finora, e dal confronto di molti di essi potremo concludere sicuramente la verità.

Certo è un gran trionfo della scienza l'esser già pervenuta a fissare il corso di questi astri, stabilirne la natura, rilevarne il numero sterminato e le tante cose che si sono riconosciute in questi ultimi tempi. Nè è piccolo servigio reso da essa al genere umano l'averli spogliati degli antichi pregiudizi, e di averli da soggetto di terrore trasformati in soggetto di studio e d'innocenti ed utili speculazioni. Mercè dei forti strumenti moderni si sono potute ridurre a certe leggi costanti le fasi de'loro sviluppi, e queste si sono manifestate dipendenti da forze connesse colla costituzione più intima della materia, colla relazione che passa tra l'imponderabile e il ponderabile, infine colla natura stessa del principio che produce la gravità: che se non possiamo spiegare tutte le particolarità delle loro forme, abbiamo però assicurato che gli agenti messi in moto non sono punto forze aliene da quelle che oggidì riconosce la sana fisica in più altri fatti di ordine somigliante. Se la natura di questi agenti resta ancora coperta da un denso velo per noi, i nostri posteri forse potranno squarciarlo, ma intanto a noi incombe di preparar loro il successo con accurate osservazioni di fatti di ogni genere, e non più limitarci alle semplici posizioni astronomiche, perchè la ulteriore cognizione delle cause di questi fenomeni è divenuta adesso più retaggio della fisica che della semplice astronomia.

APPENDICE

Note estratte dal Giornale di Osservazioni (1).

30 *Giugno.*

Tm. Rom. 9^h. 30^m. Cometa colossale al N. O.! Pare un fumo di girandola che va oltre la stella polare 10°. Ma la testa sta per nascondersi nella nebbia, e dietro il pilastro della croce della chiesa di S. Ignazio. Si prende in fretta la seguente posizione strumentale Tm. 9^h 38^m: A. R $= 6^h$ 37^m; declin. N. 45° 47'. senza correz. di refraz. La testa pare una fiamma sfumatissima; larghezza della coda almeno 6°, un poco curva e a fuso, lunghezza 56°. Alle 11^h si vede nella completa oscurità arrivare presso ε e ς dell'Aquila. Alle 11^h 10^m passa col mezzo sulla stella polare e tocca quasi α della Lira cui lascia a destra e si prolunga fino dentro il ramo secondario della via lattea. Essa è più tagliente dal lato di levante che dall'altro ove è più sfumata. Fino alla polare è vivissima (figura n. 1) e larga quanto la via lattea nel massimo.

Tm. 14^h (2 ore antim. t. civ.) Fatta la figura n.° 3. Il nucleo è giallo, i razzi primi che ne escono sono rossastri, e l'altra nebbia è bianca. Tutto intorno nebbia assai: il nucleo pare una granata che bruci: la sua forma è ovale. Diametro maggiore $= 10''$. 65. Direzione dell'asse minore 58°: l'asse minore è circa 2" meno. La distanza del nucleo alla punta estrema sinistra (della nebbia) è di mezzo-campo $= 6'$ $30''$. La nebbia generale si estende almeno ad altrettanto, ma è difficile vederne il limite. Distanza dal nucleo alla estremità de' raggi ove s'incurvano (nella direz. dell' asse della cometa) AB $= 1'$ $55''$. 1

(1) Soggiungiamo in questa appendice tutte le osservazioni originali trascritte fedelmente dal libro delle osservazioni, aggiungendovi que' pochi studii che non potevano trovar luogo conveniente nel corpo del discorso. Queste particolarità sarà più accetto agli astronomi di vederle raccolte in un solo quadro, spogliate di altre riflessioni. Non tutto si è potuto scrivere e naturalmente molte cose sono state inserite nel discorso dietro la semplice memoria.

(si riferiscono queste misure alle linee i cui principii soltanto sono segnati nella figura).

Distanza dell'inviluppo secondo l'asse del paraboloide AC= 3'11" (3 confr.)

Si prende la posizione strumentale con 3 confronti rapporto alla Capra mancando stelle di catalogo che siano vicine da entrare comodamente nel campo. Si corregge dalla diff. di refrazione Tm. $15^h 24^m$. Si fa il disegno fig. 3. Il nucleo è giallo, il pennacchio decisamente rosato. Si seguita a vedere col crescere del crepuscolo, ma sì indebolita che non si potrà vedere al meridiano! Dopo le 6^h non si vede più.

1. *Luglio*.

A 8^h 30^m si vede come nella fig. 9: pare un becco a gas. Direzione del raggio estremo destro (apparente), 108°: raggio sinistro 312°; paiono dritti.

Confronto con una piccola stelletta vicina di 7^a (3. oss.)

$$\Delta\alpha = -2^m\ 30^s 15 \qquad \Delta\delta = +5' 42'' 31$$

a T. sid. $15^h 52^m 85^s$. La polarizzazione della luce è sensibile, ma potrebbe esser quella del crepuscolo. Si aspetti più scuro.

Fatto scuro si riesamina la polarizzazione: Tm. 9^h $^1/_2$ si trova che è fortissima, tanto che può usarsi il polariscopio a bande per trovarne il piano. La lista nera centrale è a un dipresso nel piano della coda: ma si può avere con più precisione dirigendo i nonii del circolo di posizione secondo questa striscia, e si trova che stanno a 130° e a 310°. Ma il nucleo è assai poco o per meglio dir niente polarizzato. Si usa perciò anche il polariscopio di Arago a 2 imagini colorate, il massimo di colorazione delle 2 imagini si ha nella direzione di 90° e 270° questo deve correggersi dell'errore dello zero di polarizzazione in questo strumento che si trovò distante in 30° circa, che portato nel circolo di posizione darebbe 120° per la direzione del piano di polarizzazione, il che combina quasi coll'altro strumento. (Calcolando l'angolo di posizione del sole colla cometa si trova = 162°, cioè dista dal piano di polarizzazione

di 32°. Ciò par troppo: che vi si mescoli la polarizzazione dell'aria atmosferica per rifrazione? Però non credo tali misure precise dentro 5 o 6° perchè l'apparato era provvisorio e non vi fu tempo di meglio disporvene un altro, ma non credo che l'errore arrivar possa a 10°).

Nucleo stranamente diminuito anche ad occhio: questa diminuzione è compensata da un allargamento del ventaglio.

Diametro del nucleo = 3,″03 col 400. Il getto curvilineo cresce e si curva ad occhio: alle 8$^1/_2$ era appena visibile: alle 10^h era molto prominente e ripiegato a forma di virgola allungata molto elegante. Sarei tentato di credere il nucleo infiammato e splendente di luce propria: non era niente ben terminato, nè anche coll'ingr. 200 come lo era questa mattina e pareva piuttosto allungato talora nel senso della coda. A occhio nudo la coda tocca col lato sfumato β Orsa minore: la punta và fino al Toretto, il lato sinistro del fiocco grande di tanto in tanto si vede assai largo e dilatato: il pennacchio largo arriva ad α orsa maggiore ed è largo quanto $\alpha\beta$. Si prolunga dal lato destro e non da presso il mezzo, come ieri sera: la gran coda sembra in certi luoghi e in certi momenti accendersi e poi sparire: sarà effetto dell'atmosfera? ma è chiarissimo! Col prisma birefringente una delle due imagini svanisce quando le due teste si portano sulla stessa linea prossimamente perpendicolare alla coda.

Misure prese dal P. Rosa a 10$^{h\,1}/_4$.

Diametro del nucleo	6″.15

(Sarebbe più grande del mio, ma esso usò lo stesso ingr. 200 di questa mattina e percio è da preferirsi)

Lunghezza del getto sinistro curvo	40″15
Dist. dal nucleo all'estremità del getto medio .	44 07
Direzione al getto medio.	55°
Direz. al getto sinistro a virgola (alla base) .	92
Angolo intercetto	37
Direz. al getto esterno sinistro app. (alla estremità)	104°
Direz. del destro	350°
Angolo intercetto	114

Sotto il ventaglio maggiore già misurato appariscono evidentemente due altri deboli sprazzi di luce dei quali ecco l'angolo che formano col primo getto misurato.

Primo getto grande sinistro, (alla punta). .	104°
Piccolo sprazzo sinistro	175

(accanto a questo è più forte lo scuro. Questo pare l'ombra, ma la forma divergente fa dubitare).

Piccolo sprazzo destro	250°
Getto grande destro	348.5

A 11^h 2^m passò vicino alla cometa una stella

T. sid. 17^h 41^m 58^s. Dist. di * dal nucleo . .	4'.5".24
Posizione (media di 2 oss^i)	41° 0

Coord. approssimate della stella $\alpha = 7^h\ 23^m\ 0^s$, $\delta = 55°.35'$; questa stella seguiva la cometa al N. apparente, si stimò prima di 6ª, ma cercando nei cataloghi non si trovò e si riconobbe che si stimava troppo grande. (Essendosi ripetuto lo stesso errore altre volte nelle sere appresso, ci persuademmo che la presenza della cometa esagerava le grandezze delle stelle e quindi può spiegarsi come appaiono impiccolire nell'attraversare l'oscurità (V. Oss. Cometa Donati). Essa però non era punto annebbiata.

2 *Luglio*.

Tm. 8^h 45^m. Si osserva la cometa durante ancora il crepuscolo, e benchè la nebulosità sia poco decisa, sono però ben netti tutti i raggi attorno al nucleo (fig. 5). Essi sono tre fasci: uno a sinistra (sempre l'apparente) curvilineo e prolungato in un gran fiocco di nebulosità sfumata, come una virgola dilatata. L'altro in mezzo che si estende fino all'aureola inviluppante o paraboloide, e questi razzi sono diritti. Un altro finalmente a destra ove pure è un poco di curvatura benchè

non tanta quanta dal lato sinistro, ed è più corto. Dietro ai raggi centrali è uno spazio scuro che pare un' ombra (*ma il calcolo fece vedere che non era*), però si sospetta che non sia ombra perchè è troppo dilatata. Intorno è un grand' arco parabolico, separato dai raggi da uno spazio meno lucido, il quale a sinistra non è tutto continuato, ma rotto dove sono i getti di mezzo (fig. 5.) esso dopo questa interruzione ripiglia a destra, ma è più debole, e corto. Nebbia per tutto il campo e al di là: il nucleo si misura coll' ingr. (400) e si trova sommamente sfumato ed = 4".096 da 3 confronti, ma non se ne può precisare il limite, tanto è sfumato. Si misura coll' ingr. 600 e riesce più piccolo è più sfumato ancora, e risulta 2".78, e queste misure sono piuttosto larghe che strette, ed abbracciano tutta la nebulosità tondeggiante prima del distacco del ventaglio. Coll' ingr. 1000 il nucleo si dilata un poco apparentemente, ma per solo effetto dell' ingr. maggiore: la misura reale non varia, esso diventa una massa sfumatissima come nella figura 10.

Fatto più scuro si presero tre altri disegni a $9^h\ ^3/_4$, 10^h $10\ ^1/_4$, ma in cui dettagli suddetti erano un poco confusi per l'eccessiva luce della nebulosità. Alla luce moderata del crepuscolo apparivano meglio i varii gradi di densità interna della nebbia. Si sarebbe detto esservi certo movimento, tanta pareva variabile la congiunzione dell' alone parabolico col pennacchio di nebbia centrale.

Si presero le seguenti misure:

Tm. $10^h\ 20^m$. Direzione al getto curvilineo sinistro (*b*)	=	131°. 0
Direzione al getto centrale di mezzo (*c*) . .	=	52. 0
Direzione della corda del getto curvilineo destro (*a*)	=	343. 0
Direzione allo spazio oscuro (*d*)	=	186. 4
Distanza dal nucleo all'arco parabolico nel luogo ove si unisce al getto di mezzo . = 135"	=	2'.15"
Lunghezza del getto (*b*) . . . . . . = 185	=	3. 5
Lunghezza del getto (*a*) . . . . . . = 146	=	2.26

Tm. $11^h\ 36^m$. Questa sera la luce del nucleo è sensibil-

mente polarizzata, perchè diventa colorato come il resto dell'aureola: (*Il che non accadeva con Venere durante il giorno in cui si provò*) la coda è distintamente doppia, la lunga rettilinea è assai stretta e sembra curvarsi verso levante e si dilata solo al fine presso al Toretto di Poniatowski, l'altra larga e corta curvilinea e a pennacchio curvasi verso occidente. Col polariscopio a prisma birefr. ad occhio nudo svanisce quasi affatto tutta la testa e porzione del primo pezzo della coda, quando la linea che congiunge i centri delle 2 teste è pressochè perpendicolare alla coda; ma il prisma non separa che poco, onde il resto delle due imagini si sovrappone. Fu fatta una figura assai grande della coda con diligenza: la testa sta sopra ο (micron) orsa maggiore e il ramo curvilineo della grande passa assai vicino a σ dragone colla convessità, ma non la tocca: il pennacchio arriva fino κ e λ dragone, ove si vede bene inflesso e separato dal raggio lungo, e queste due stelle stanno nell' angolo oscuro lasciato dalle due code. Le lacinie del gran pennacchio quasi arrivano ad α Orsa maggiore, ove la coda è larga quando α dista da β. Non vi è dubbio della curvatura a sinistra di questo fiocco. Il raggio lungo si estende alla testa del serpentario dritto quasi affatto ed anzi si giudicò da principio concavo verso levante, ma tracciando la coda sul globo fra le sue stelle, si vide che era illusione, ed in realtà era ancor essa deviante e curva un poco a sinistra in cima. Disponendo un globo celeste coll' orizzonte in modo che passasse pel luogo del sole e della cometa, si vide che la coda corta deviava dal circolo massimo suddetto 16° e la lunga non più di 5°. La sua deviazione però era appena di 1° dal circ. massimo presso α Lira. Al parallelo di β e γ Orsa minore il razzo lungo era largo meno della distanza di queste due stelle. Si vedeva benissimo dal fondo del cortile del collegio il prolungamento del razzo lucido andare al nucleo in linea retta e trasparire attraverso l'altra coda, e colla sovrapposizione delle due code svaniva l'apparente tortuosità del getto lungo. Osserv. fatte a 11^h pom. (1)

(1) Varii osservatori hanno assegnato una doppia curvatura alla coda lunga: ciò potrebbe essere errore prodotto dalla sovrapposizione delle due

Alle ore 15 $^{1}/_{2}$ ossia 3^{h} $^{1}/_{2}$ T. civile del 3. Il p. Rosa nel crepuscolo mattutino gli parve vedere la chioma di mezzo rovesciata verso sinistra e l'alone della figura delle 10^{h} pareva svanito o malissimo terminato, e dalla parte destra vi era tenuissima nebulosità ridotta per la luce del crepuscolo alla forma della figura 13.

Fu preso il confronto della cometa con una piccola stelletta, e poi osservata dal P. Rosa al meridiano.

La nebulosità della testa era nel grande refrattore maggiore del raggio del campo del num. 2 che essendo di 13' essa si può valutare a 15 in 18'.

La coda più lunga tracciata sull'emisfero dell'atlante di Bode avea il corso seguente alle 9^{h} $^{1}/_{2}$: da presso o (micron) orsa maggiore sopra cui era la testa andava alla stella x, indi

curve; non fidandomi della mia sola vista ricorsi a varie altre persone e fra gli altri, al P. Caretti, ed esso che è fornito di vista eccellente, avea già da sè fatta la stessa osservazione. Poscia fu confermata coll'uso di un binoculo galileano di molta forza. Sono anche troppe le irregolarità reali delle comete senza aggiungervene delle imaginarie nate dalla confusione delle loro parti. Anche nel cannocchiale non tutti danno la stessa forma a queste sfumature, e ciò perchè per un certo istinto ognuno si forma a prima vista l'idea di qualche oggetto materiale ordinario: quindi non fa meraviglia la grande diversità ne' varii disegni fatti in luoghi diversi. Tal varietà può essere la base di alcune critiche insussistenti. Così p. e. il sig. Winnecke taccia assolutamente di falso il nostro disegno della cometa Donati nella figura del 16 Settembre: noi manteniamo l'esattezza di quel disegno, e la realtà de' due getti e tutto al più vi può essere un poco di deficienza nella nebulosità intermedia circostante, per troppa tinta nera litografica: ma siccome egli critica anche il disegno del giorno 12, il quale noi non abbiamo affatto, così non saprei che peso dare alle sue osservazioni. Del resto in tanta varietà di fenomeni cometari non è impossibile che qualche forma sfugga a più osservatori o sia colta da uno. Ricorderò a modo di esempio i getti diretti verso il sole che io vidi a Parigi e che nessun'altro osservò: e la lunga coda retta e sottile non fu essa veduta che da pochissimi? chi per ciò l'ha messa in dubbio? eppure essa era visibile ad occhio nudo, e io non la vidi, ma vidi invece gli strascichi di coda lasciati a dietro che parevano affatto staccati, de'quali non è traccia nei disegni di Pulcowa ed ivi il foro nero della nebulosità tanto marcato, è ben lungi dall'essere rappresentato sì grande e sensibile come lo vidi nel refrattore di Berlino. Ciò sia detto per non pretendere che i disegni diano più che non possono dare.

passava poco distante da λ e κ, poscia sotto ξ orsa minore, e copriva τ della stessa costellazione: passava sopra θ dragone e andava sopra ρ e π di Ercole e poscia di là verso il Toro di Poniatowski fino alla via lattea. (1).

3 *Luglio.*

Si prende la cometa per posizione e distanza con una stella assai bella che le sta vicinissima, e che col suo moto tende a passare dietro alla cometa.

T. cronom. sid.	*Angolo di posizione.*	*Dist. in riv. della vite*
$15^h.17^m.52^s.4$	180°.43'	$24^r.721$
19 8.9	182 35	26.280
20 7.2	184 8	27.548
21 16.4	187 25	28.744
22 31.0	191 7	30.343
23 52.6	197 50	31.870
25 23.4	205 20	33.370
26 44.4	220 14	34.458
27 43.9	234 33	35.098
28 41.3	248 25	35.475
29 52.5	268 40	35.355
31 51.6	295 0	34.142
32 42.3	303 05	33.335

Coincidenza dei fili. . . . . $34^r.482$
Direz. del moto diurno . . . . 92°. 33'

(*Correz. da applicarsi in senso opposto agli angoli misurati è* — 2°.33')

Errore del cron°. + $1^m.2^s.8$. And°. + 2^s al giorno.

Valore di una rivoluzione della vite (2) . . = 15",458

(1) La projezione stereografica non essendo opportuna, fu quindi trasportata sulla carta polare di Dien come nella tavola annessa.

(2) Costruendo graficamente questi valori si vede che le deflessioni della stella dalla linea retta sono insensibili, e non maggiori degli errori possibili in tali osservazioni. N. B. nella figura del 3 Luglio num. 6 la stel-

La posizione della stella di questa sera è prossimamente

$$\alpha = 9^h\,34^m\,11^s \qquad \delta = 65^\circ\,40'$$

restammo sorpresi di non trovare così bella stella in alcun catalogo, onde si teme che sia variabile, ma pare invece che la luce della cometa aumenti lo splendore delle stelle. Sarebbe singolare!

La coda a occhio nudo va fino alla via lattea, ma presenta dal lato orientale di tanto in tanto dei getti che ieri sera non si vedevano, ma sono assai fuggitivi.

4 Luglio.

Nel crepuscolo si vede il nucleo cinto da suoi raggi, il sinistro è ben netto e curvo: gli altri appaiono retti. L'alone è spezzato nel mezzo e sembra diviso in due a destra e a sinistra. Una stelletta di 9ª passa proprio dietro uno de' razzi più vivi del ventaglio e si vede benissimo, come una scintilletta elettrica (fig. 6.). Il nucleo è piccolissimo e la coda è ben distinta in due, senza la convessità a levante. Se ne fece un disegno grande assai diligente. Si vedono i filamenti della coda larga avere diversa direzione della lunga, la testa verso 10ʰ pom. sta quasi all'altezza di α Orsa maggiore. La coda larga è un poco oscura nel mezzo, e decisamente concava dal lato sinistro e non convessa: la lunga passa sopra ι (iota) Dragone, presso τ Ercole e sopra σ ed η del medesimo, e va fino ad α Serpentario. È lunga 90° e su di un globo si vede che essa devia all'estremità di circa 6° dal circolo che passa pel sole, ma presso ι Dragone non si inflette al più che 2°. La larga devia 17° ed è lunga 36°.

letta ivi messa nel raggio lucido non è quella di questa sera, ma quella della sera seguente; cioè del 4, la qual figura non si dà, essendo poco diversa da quella del 3.

Misura del diametro del nucleo . .	3".270
Posizione del raggio medio . . .	77°.5
Pos. del raggio destro	31.2
Pos. del lato sin. del getto centrale.	93.0
Pos. della radice del raggio sinistro .	148.3
Pos. della punta del medesimo . .	173.3
Lunghezza del getto sinistro . . .	89".3 = 1'.29".3
Lunghezza del getto centrale. . .	79.3 = 1.19.3
Larghezza del medesimo	78". circa

5 *Luglio.*

La cometa comincia a perdere la sua forma, l'alone è assai svanito, il getto centrale si confonde con la nebulosità dell'alone, e a sinistra si vede bene ripiegare indietro la nebbia che circonda il razzo. Più tardi si vede vicina alla cometa una stella che prima non si era veduta, e si sospetta che essa sia stata occultata da essa.

6 *Luglio.*

La nebulosità si estende ad un campo intero (13' 30") al di là del nucleo, l'alone generale è molto diluito, ma sussiste (11^h 10^m). La coda è diminuita: la lunga non arriva che alle 2 prime del trapezio di Ercole, ma la serata è un poco nebbiosa: a $11^h \frac{1}{2}$ si esaminò la polarizzazione della luce e si trovò che essa era forte, anche nel nucleo. Dubitando che il cannocchiale potesse polarizzare, si è guardato il giorno precedente un muro bianco col polariscopio applicato ad esso refrattore e *non si è veduto* traccia di polarizzazione benchè le tinte siano sensibilissime. La fiamma di un becco a gas distante quasi due mila metri, è senza polarizzazione, ma la sua vicina immagine riflessa da una invetriata lo è fortissimamente; dunque ciò che si vede della cometa non è illusione del cannocchiale.

La coda corta è la metà circa della lunga e sono ben separate. Prima la lunga era 4 volte circa la corta.

7 *Luglio.*

Sole osservazioni astronomiche.

8 *Luglio.*

Molto indebolita. I getti sussistono ma assai fiacchi: svanita ogni separazione tra la nebbia de' getti e l'alone circondante.

Direzione del getto destro.	41°
. . . . centrale	96°
. . . . sinistro	186
Lunghezza de' raggi centrali	33".6
Misura appross. del nucleo	2".83
(presa coll' ingr. 400).	

La cometa è passata sul paralello della stella di confronto a 17^h 7^m ts. La forma della coda si vede assai bene con un binoculo galileano e si vede decisamente la struttura del razzo lucido indipendente dalla coda larga. La luce del nucleo è sempre più polarizzata, e oggi più di jeri.

9 *Luglio.*

La coda col ramo lungo và fino a σ Ercole l'altra è lunga la metà: sono curve ambedue: il raggio lungo trasparisce dietro il resto: solita osservazione col binoculo (1).

11 *Luglio.*

Piccolo ventaglio attorno al nucleo: più vivo e prominente in direzione 125°.

Posiz. del raggio destro	98° 5
. . . . medio	116 5
. . . . sinistro	173 0
Lunghezza del raggio medio del ventaglio .	83"2
Diametro dalla punta destra alla sinistra del medesimo	140"

Il diametro del nucleo non supera il diametro de' fili, cioè 0" 5 l'inviluppo nebuloso è di 8' di raggio.

(1) Si calcola la lunghezza della coda in ipotesi della sola variazione della distanza e si trova che l'osservata è assai più corta, dunque è realmente diminuita.

Raccogliendo tutte le misure degli angoli di posizione, abbiamo il seguente quadro, dal quale si rileva un moto oscillatorio nei raggi analogo a quello veduto da Bessel nella Cometa di Halley.

Giorno ed ora d' osserv. Luglio	Angolo di posizion. del Sole alla Comet. $= n$	Supplemento di n $= m$	Angolo di posiz. del getto centrale $= c$	Differenza $m - c$	Angolo di posiz. del getto sinistro $= s$	Differenza $m - s$	Angolo di posiz. del getto destro $= d$	Differenza $d - m$	Pos. dello spazio oscuro $= o$	Differenza $o - m$
1.º 10h	162.° 11′	17° 49′	43° (*a*)	− 25°	102.°	84.°	348°	328°	208.° (*b*)	+ 46
2. 11h	144. 12	35. 48	52.	− 17	131.	96.	345	307.	196	+ 59
4. 10 1/2	110. 15	69. 45	77.	− 8	171.	102.	391	319.		
8. 10h	78. 35	101. 25	96.	+ 5	186.	85.	403	300.		
10. 10h	70. 25	109. 35	116. (*c*)	− 7	173.	64.	458,5	348		

(*a*) Quest'angolo è stato concluso sui disegni dalle misure prese per l'intervallo vicino che separava questo getto dal getto *s*.

(*b*) Dedotta dal medio dei due raggetti

(*c*) Le ultime misure sono meno precise per la sfumatura de' raggi.

13 *Luglio.*

La cometa è piccolina ad occhio nudo, la coda è appena 3°: col binoculo va fino a 6°: il nucleo coll'ing°. 600 è un puntino con un pennacchietto! e pare una stellina. La coda però è biforcata con un ramo lungo il doppio dell'altro.

17 *Luglio.*

La nebulosità si è ridotta a due getti: la linea che li divide ha la posizione 116°, e nell'ingr. 400 non resta visibile che una nebulosità di 30". Il nucleo non ha diametro sensibile, la nebulosità principale è un pennacchio curvo inclinato di 104°. L'inviluppo esterno segue la forma del pennacchietto centrale. ma è infinitamente meno denso:

22 *Luglio.*

Per dare una idea di quello a che è ridotta la testa della cometa v. fig. 12 nebulosità nel cercatore è 8' ma molto languida. Il nucleo però è vivo.

23 *Luglio.*

Siccome è importante conoscere la direzione della coda ora specialmente che si allontana, così si fecero alcune osservazioni a questo proposito nelle sere seguenti, per determinare la sua direzione.

Differenza di asc. retta tra la testa della cometa e una stelletta che sta presso la punta della coda	$14^m.14^s.6$
Differenza di declinazione	29'. 44"

24 *Luglio.*

La nebulosità è un poco meno di 13' ed impiega 25^s ad entrare nel campo del cannocchiale: la parte più lucida non è simmetrica, ma ha un settore il cui mezzo è diretto a 300°: ma è così sfumata che è impossibile misurarla. Il nucleo però è lucido assai, e si vede come una stella di 4^a.

26 *Luglio.*

La cometa si vede bene come un puntino fornito del suo pennacchietto ben definito: aria buona. L'involto della parte anteriore è assai sfumato, e occupa 4' circa. Nel cercatore nautico la coda è 3° ed ha quasi la forma che avea il giorno 1 Luglio ma solo in miniatura, cioè un razzo lungo e una coda più corta, i quali talora paiono divisi. La testa stà avvolta nella nebulosità ed è assai più larga della coda stessa all'origine. Col 1000 ingr. si vede benissimo la direzione del raggetto: posizione = 291° esso è fatto a virgola, il diametro è un filo scarso.

29 *Luglio.*

La testa è assai viva: il nucleo è brillante, e si vedono i suoi raggetti: dall'entrare della nebbia all'entrare del nucleo, corrono 28ˢ. La coda all'uscire dalla nebulosità è assai più stretta della testa.

30 *Luglio.*

Per giudicare meglio l'angolo di posizione della coda, si mise un circoletto di posizione anche al cercatore, il cui campo è due gradi e da 3 osservazioni, si ebbe pel lato più vivo della medesima, la posizione 70° 56' (tre confr.) La calcolata è 71°35' la differenza è insensibile, quindi adesso non devia.

Colle nostre osservazioni dei giorni 1, 4 e 7 Luglio si trovarono i seguenti primi elementi parabolici.

Pass° al periel. giugno 11, 3175 Tm. Greenw.
$\varpi = 248^\circ\ 29'\ 11''$
$\Omega = 278\ \ 58\ \ 41$
$i = 83\ \ 52\ \ 56$
$\log. q = 2{,}91103$
M° diretto.

Il perielio è un poco incerto per la natura stessa de' termini da cui dipende, e bisogna aspettare osservazioni più distanti.

Le osservazioni dette strumentali nel quadro qui appresso sono concluse dalla lettura dell'equatoriale con 3 confronti almeno con una stella grande vicina, e sono assai concordi e corrette degli errori dello strumento e della refrazione.

OSSERVAZIONI ASTRONOMICHE

1861	T. M. di Roma	Δα app. com.	Δδ app. com.	AR. app. com.	D. app. com.	
Giugno 30	15h 55m 59,s	. . . .	. . . .	0h46m48.s 7	+ 48° 7′ 20.″	posizione strum.
Luglio 1	12 46 56. 6	. . . .	. . . .	7 30 56. 11	+ 56 8 47. 6	meridiano inf.
2	15 55 14. 6	. . . .	. . . .	8 57 20. 62	+ 62 48 47. 6	meridiano inf.
4	10 55 25. 7	. . . .	. . . .	10 48 26. 52	+ 66 54 10. 5	strumentale
5	8 49 41. 3	. . . .	. . . .	11 59 40. 27	+ 66 27 14. 9	id.
6	11 25 74. 5	. . . .	. . . .	12 26 05. 87	+ 65 4 15. 1	id.
	Tm. Greenw					Oss. P. Rosa
7	9 4 29. 72	(a) + 9m 24.s74	(a) − 5′ 27.″ 74	12 54 25. 97	63 39 7. 76	(5)
8	8 6 44. 79	(b) + 0 49. 10	(b) + 4 5. 47	15 16 9. 08	62 11 48. 52	(7)
9	9 3 21. 87	(c) + 10 27 75	(c) + 3 15. 95	13 35 51. 06	60 43 5. 91	(6)
10	9 9 55. 18	(d) + 1 20. 74	(d) + 11 6. 30	15 47 4. 15	59 24 50 86	(7)
13	9 15 40. 34	(e) − 0 19. 53	(e) + 9 52. 73	14 12 55. 61	56 14 1. 27	(6) Pos. e Dist.
14	9 17 50. 42	(f) + 4 3. 52	(f) − 3 41. 89	14 18 24 83	55 26 56 36	(6)
15	9 53 56. 81	(g) − 10 20. 26	(g) + 2 40. 85	14 25 26. 26	54 40 16 06	(6)
16	9 47 45. 43	(h) − 7 22. 16	(h) − 2 52. 64	14 27 30. 42	53 59 34. 77	(8)
17	9 7 19. 95	(i) + 2 14. 41	(i) − 7 19. 60	14 51 15. 82	55 23 18. 83	(7)
18	9 27 6. 12	(k) − 1 55. 16	(k) − 2 3. 55	14 54 39. 75	52 48 3. 85	(8)
19	9 13 24 83	(l) + 3 59. 31	(l) + 7 5. 10	14 57 24. 90	52 17 56. 00	(8)
21	9 52 7. 9	(m) + 0 5. 81	(m) − 1 1. 20	. . . .	. . . . .	(5) P. D.
22	8 50 19 6	(n) + 2 37. 88	(n) − 0 52. 56	14 44 52. 49	50 58 12. 56	(7)
24	9 9 50. 8	(o) − 5 23. 56	(o) + 1 26. 44	14 48 25. 48	50 15 23 64	(7)
27	9 51 41. 2	(p) + 8 21. 41	(p) − 2 2. 23	14 53 21. 26	49 15 36. 55	(8)
28	9 9 57. 8	(q) + 2 17. 36	(q) + 2 2. 54	14 54 47. 20	48 59 7. 70	(5)
29	9 10 16. 9	(r) − 4 40. 84	(r) + 1 25. 42	14 56 11. 10	48 42 49 60	(7)
31	9 4 12. 0	(t) − 0 17. 46	(t) + 1 6. 46	14 58 58. 03	+ 48 12 58. 07	(4,P. D.

STELLE DI CONFRONTO

Data		Autorità	AR, media 1861.0	Decl, media 1861.0.
Luglio. . 7	(a)	Oxford Observ. Tom IX, XI, X.	12h 44m 59s 04	65 44 33. 81
8	(b)	Oelzen 13563	13 15 17. 60	62 7 41. 2
9	(c)	Armagh Observ. 2882	13 23 30. 97	60 39 50. 03
10	(d)	Armagh 2958	13 45 40. 98	59 13 42. 67
13	(e)	Armagh 3047	14 13 12. 48	56 4 6. 31
14	(f)	Armagh 3048 e Oxford I al VI.	14 14 19 10	55 30 16. 02
15	(g)	Armagh 3094	14 33 50. 70	54 37 32. 66
16	(h)	Lalande's H.C. 26810 e Rumker	14 34 58. 04	54 2 24. 84
17	(i)	Armagh 3087	14 28 56. 97	53 30 36 02
18	(k)	Armagh 3103	14 36 50. 46	52 50 4. 60
19	(l)	Armagh 3091	14 33 23. 25	51 10 48. 35
21	(m)	Posizione strumentale	14 42	51 23 . - . .
22	(n)	Oelzen 14851	14 41 52. 22	50 58 42. 8
24	(o)	XII y. Cat. 1208	14 51 46. 64	50 11 54 23
27	(p)	XII y. Cat. 1197	14 44 57. 54	49 17 36. 06
28	(q)	Oelzen 14988	14 52 9. 00	48 50 57. 2
29	(r)	XII y. Cat. 1222	15 0 49, 61	48 41 22. 85
31	(t)	XII y. Cat. 1221	14 59 13. 20	48 11 48. 03

DELLA INFLUENZA DEL CALORE E DELLA ELETTRICITA' SUL MIDOLLO SPINALE; RICERCHE DI F. KUNDE (1).

(*Virchow's archiv.*)

. . . . Pubblicai due anni fa delle esperienze che furono credute inesatte, perchè non si riescì a ripeterle. Ma poichè una esperienza che non si può ripetere è una cattiva esperienza, esporrò brevemente il modo per eseguirle, ed aggiungo che facendo precisamente come dirò si riescirà sempre, e che io ebbi per testimoni delle esperienze mie i primi fisiologhi della Germania, a Berlino, a Vienna, a Würzburgo, a Heidelberga, a Jena.

Dopo studiata l'azione dell'acqua calda e fredda sulle pulsazioni cardiache ed i movimenti respiratori, e ripetute le esperienze di Humboldt, Nasse ec., io aveva prodotto, come dissi già in altra occasione, il sonno invernale ed estivo col sottrarre od aggiungere calorico all'organismo animale. Da questi sperimenti resultò che un nervo perde le sue proprietà se è troppo caldo e se è troppo freddo, ed abbisogna per agire bene di una intermedia temperatura. Quanto più la temperatura ambiente si scosta da questa media, tanto più l'economia animale deve adoperare per ricomporre l'equilibrio, e tanto è più facile che in quella operosità si disturbino le diverse funzioni.

Se era noto che delle temperature moltissimo differenti producevano diversissimi effetti, non si sapeva che delle piccole differenze bastassero per produrre effetti dei più singolari. Si prenda una rana la di cui temperatura sia nell'ano 15 R, si espon-

(1) Il lavoro del sig. Kunde contiene dei risultati sperimentali meritevoli per certo dell'attenzione dei fisiologhi, sia per loro medesimi, sia come punto di partenza di ulteriori indagini; di queste esperienze ci è sembrato utile dare qui tradotta la narrazione, omettendo quelle parti della Memoria originale che si referiscono a dei fatti personali dell'Autore, i quali non possono destare interesse lungi dal paese ove ebbero origine.
La Direzione

ga all'azione di una corrente elettrica alquanto forte e subito la vedremo restare tetanizzata. Si raffreddi la rana istessa tanto che la sua temperatura discenda a 8 R, e l'istessa corrente elettrica rimarrà senza effetto e la rana conserverà la libertà dei movimenti suoi volontari. Questi risultati fecero sì che io mi proponessi il quesito: « in quale maniera le opposte temperature hanno azione su i centri nervosi? » Impossibile sarebbe agire direttamente su quei centri, perchè l'apertura delle cavità ove stanno racchiusi arreca di per se sola troppo grave perturbazione nelle condizioni fisiologiche delli animali. Delle esperienze relative al cervello mi avevano dato un soddisfaciente risultato circa la quistione della morte apparente, conveniva dunque trovar mezzo per agire sul midollo spinale solo, senza aprire la colonna vertebrale. Il ragionamento che io feci fu quello che appresso: la stricnina accresce la sensibilità del midollo spinale senza agire sul cervello, le qualità sue rimangono le medesime sia dessa sciolta in un liquido caldo o freddo: la sua azione si dispiega egualmente in una rana ed in un uccello; un animale la di cui midolla spinale sia sotto l'azione della stricnina deve dunque essere adattatissimo per scorgere le modificazioni prodotte nelle proprietà del midollo spinale dai cangiamenti di temperatura. Le esperienze seguenti provarono che il ragionamento era giusto.

Si prenda un vaso (D) largo circa 0,15, vi si versino 12 once di acqua distillata alla temperatura di 16° C nella quale sia sciolto un grano di acetato di stricnina: in questa soluzione si pongano quattro rane sane e vivaci. Si abbiano tre altri vasi della misura che si vuole, ma eguali fra loro e contenenti acqua in dose eguale ed in copia bastante perchè una rana possa nuotarvi. Nel primo vaso (A) l'acqua sarà tenuta alla temperatura 1° C; nel secondo (B) a 16° C: nel terzo (C) a 31° C. Se dopo 10 minuti di immersione si tolgono tre rane dalla soluzione di stricnina, e si pongono una per ognuno dei vasi pieni d'acqua, si trova dopo brevissimo tempo che delle quattro rane in esperimento è tetanizzata quella sola messa nell'acqua a 31° C. Do il preciso ragguaglio di una di queste esperienze, le quali non riescono che dopo parecchi tentativi, e non colpiscono tanto quanto quelle che citerò più oltre. Alle ore 5 si

posero quattro rane nel vaso D: alle 5 e 10 minuti si presero tre di queste rane e dopo averle bene asciugate se ne pose una per ognuno dei vasi A, B, C, la quarta restò nel vaso D.

Alle 5 e 20′ la rana C aveva il tetano.

Alle 5 e 31 la rana D aveva il tetano.

Alle 6 e 35 la rana B, che era tuttora sana venne posta in acqua a 31° C, e dopo 15 minuti aveva il tetano.

Alle 6 e 45 la rana A che era tuttora sana e nuotava liberamente, venne posta in acqua a 31° C, e dopo 12 minuti aveva il tetano.

In questi casi il tetano insorse per lo inalzamento della temperatura del midollo spinale: quello peraltro che è più singolare si è che mediante il riscaldamento, il tetano che esista già in un animale può essere dileguato. Nel corso delle mie esperienze potei stabilire « che se le dosi di stricnina sono estremamente piccole, il riscaldamento dissipa ed il raffreddamento produce il tetano, mentre le cose procedono inversamente se le dosi della stricnina sono maggiori ».

Per dimostrare questa legge si prendono le tre rane che servirono per le esperienze precedenti; tutte assorbirono stricnina nel vaso D, tutte furono tetanizzate ponendole nell' acqua a 31 C; si pongano allora in un vassoio poco profondo coperto con una campana, in una temperatura ambiente di 15 a 20 C. Dopo 24 ore in generale il tetano è cessato nelle tre rane, e l' una o l' altra gode perfettamente dei suoi movimenti normali, si prenda una di queste rane ristabilite apparentemente in salute, si ponga su del diaccio, e, cosa strana, il tetano ricomparirà. Scaldando fra le mani questa rana nuovamente tetanizzata il tetano cesserà in pochi minuti, e potremo farlo ricomparire ponendola di bel nuovo sul diaccio. Ebbi la pazienza di mantenere di continuo in diaccio le rane per quindici giorni, e per tutto questo tempo vidi durare il tetano, che cessava poi per l' azione di una temperatura alquanto più elevata: mentre per lo contrario tenendo li animali in un ambiente più caldo, bastava un numero assai minore di giorni perchè si dileguasse la disposizione al tetano, dovuta alla stricnina assorbita. Si de-

duce da questo, che il veleno è eliminato tanto più lentamente quanto più è bassa la temperatura. Questa eliminazione richiede, per quanto credo, una assai notevole operosità per parte dell'organismo, e le pulsazioni dei cuori sanguigno e linfatici accresciute per il calore, spiegherebbero perchè il tetano si dilegui allora più rapidamente.

Un altro fenomeno singolare si è che mentre una rana in stato normale vive benissimo nell'acqua a 25 C, una rana tetanizzata per l'azione della stricnina, messa in questa istessa acqua cessa bensì di avere il tetano, ma solo perchè l'azione combinata del veleno e della elevata temperatura sospende le pulsazioni dei cuori sanguigno e linfatici, costituendo l'animale in istato di morte apparente. Togliete infatti questa ultima rana dall'acqua tepida, lasciatela raffreddare, e le pulsazioni dei suoi cuori ripiglieranno, la vita ritornerà palese, ma con essa tornerà il tetano: e questo fatto si collega con quanto ebbi altrove occasione di dire, che cioè nelle rane tetanizzate per mezzo della stricnina si può far cessare il tetano mediante la compressione o la legatura del cuore, e si può farlo ricomparire togliendo la pressione o la legatura.

In quanto a quel singolare fenomeno che una corrente di induzióne che produce il tetano nelle rane in istato normale, fa invece cessare il tetano prodotto dalla stricnina, facilissima cosa si è lo accertarsene. Io non saprei certamente quale spiegazione dare di questo inatteso fenomeno: mi si è detto che ciò accade per una momentanea paralisi dovuta alla corrente elettrica, ma questa spiegazione non è giusta, perchè il tetano ricompariva nelle mie esperienze anche quando io aveva tenuto in azione la corrente tetanizzata per il tempo di otto ore continue. . . . . . .



che per $F_1=0$ acquista il valore

$$\left(\frac{d^2F}{dF_1^2}\right)_0 = -\frac{1}{m}\frac{N^2}{M^2}.$$

Si vede quindi che il valore $F_1=0$ corrisponde ad un massimo di F. Posto $F_1=0$ nella (29) si ha per ultimo

$$F = \frac{1}{m} \log. \frac{M}{M-Q}, \qquad (30)$$

espressione reale, essendo $M>Q$, in quanto che M è tutto il calore che perde la massa A di gas riscaldante nel suo passaggio dalla temperatura Θ alla temperatura t.

Se si volesse ridurre $Q = M$, risulterebbe $F=\infty$.

Da questa indagine analitica siamo perciò condotti alle seguenti conseguenze:

a) Non si può assegnare in generale l' estensione della superficie diretta di riscaldamento, che corrisponde ad un minimo di superficie totale.

La proporzione più utile varia nelle diverse circostanze.

b) Quando la superficie diretta è nulla, la superficie totale, occorrente a trasmettere in caldaja una determinata quantità di calore, ha un valore massimo, il che prova l'influenza della superficie diretta.

c) In un sistema senza circolazione e senza superficie diretta non si può utilizzare tutto il calore che sarebbe ceduto dai gas riscaldanti (anche approfittando di mezzi meccanici per produrre la tirata), *giacchè occorrerebbe una superficie di riscaldamento infinita.*

§. 7. *Criterio preventivo sulla convenienza di estendere più o meno la superficie di riscaldamento diretta nelle diverse circostanze.*

L'aver avvertito, che non si può assegnare in generale la proporzione più utile fra la superficie diretta e la totale, e che

essa varia perciò nelle diverse circostanze, chiarisce l'opportunità della ricerca di un criterio che possa essere applicato all'esame preventivo delle condizioni di costruzione di un generatore di vapore.

Osservando i valori di Q' e Q'' dati dalle (26), (27), riesce manifesto che non solo il valore di Q'' dipende dalle estensioni relative di F_1 ed F, ma che ambedue quei valori dipendono altresì dai rapporti $\frac{F}{P}$ ed $\frac{F_1}{P}$. È legittimo adunque il dubbio, se, in date circostanze, l'aumentare la superficie diretta possa, non che apportare piccolo vantaggio non proporzionato alle difficoltà costruttive, apportare forse svantaggio; e se variando, la relazione $\frac{F_1}{F}$ non occorre di variare corrispondentemente il rapporto $\frac{F}{P}$, come appunto ho supposto nelle due applicazioni numeriche fatte nel §. 5.

Per desumere il criterio opportuno, osservo che i valori particolari della differenza $Q'' - Q'$ rappresentano il vantaggio o lo svantaggio che si può ottenere, tenendo conto dell'influenza della superficie diretta, coll'aumentare o diminuire l'estensione di essa. Il valore numerico positivo o negativo di quella differenza, darà la misura del vantaggio o dello svantaggio. Poniamo quella differenza sotto una forma che si presti più facilmente al calcolo numerico.

A tal uopo, sostituito nelle (26), (27) il valore $\frac{P}{3600}$ in luogo di p, introduco per semplicità di scrittura le denominazioni

$$A = \frac{VgC}{3600}\left(\frac{C}{VgC} - t\right)$$

$$B = \Gamma\left(\frac{C}{VgC} - t\right),$$

dalle quali, tenendo conto delle (3), si ha

$$\frac{B}{A} = \frac{\lambda}{V}. \qquad (31)$$

Introducendo le denominazioni precedenti nella (26), e moltiplicandone e dividendone il secondo membro per $e^{\frac{\lambda F}{VP}}$, prende essa la forma seguente:

$$Q' = \frac{A\mathrm{P}}{e^{\frac{\lambda F}{VP}}}\left(e^{\frac{\lambda F}{VP}} - 1\right),$$

ponendo $F - F_1$ invece di F_2 nella (27), e quindi $\frac{e^{\frac{\lambda F_1}{VP}}}{e^{\frac{\lambda F}{VP}}}$ in luogo di $e^{-\frac{\lambda F_2}{VP}}$, ed introducendo anche in questa le denominazioni sopraindicate, si ha

$$Q'' = \frac{1}{e^{\frac{\lambda F}{VP}}}\left\{A\mathrm{P}\left(e^{\frac{\lambda F}{VP}} - e^{\frac{\lambda F_1}{VP}}\right) + B\mathrm{F}_1 \cdot e^{\frac{\lambda F_1}{VP}}\right\}.$$

Per generalizzare le considerazioni, suppongo noti, non le quantità assolute P, F ed F_1, ma il rapporto $\frac{F_1}{F}$, fra la superficie diretta e la superficie totale ed il rapporto $\frac{P}{F}$, che dà la quantità di combustibile abbruciato per ora e per metro quadrato di superficie. Per semplicità pongo

$$\frac{P}{F} = i \quad ; \quad \frac{F}{F_1} = n \qquad \text{da cui} \quad \frac{F_1}{P} = \frac{1}{in},$$

ed ho quindi

$$Q'' - Q' = \frac{1}{e^{\frac{\lambda}{V}\cdot\frac{1}{i}}}\left\{A\mathrm{P}\left(1 - e^{\frac{\lambda}{V}\cdot\frac{1}{in}}\right) + B\mathrm{F}_1\, e^{\frac{\lambda}{V}\cdot\frac{1}{in}}\right\}.$$

Dividendo questa per P, la $\frac{Q'-Q}{P}$ rappresenta il vantaggio o lo svantaggio in frazione di calore utilizzata o perduta per chilogrammo di combustibile abbruciato. Tenendo conto della (31), si ha

$$\frac{Q''-Q'}{P}=\frac{A}{e^{\frac{\lambda}{V}\cdot\frac{1}{i}}}\left\{1-e^{\frac{\lambda}{V}\cdot\frac{1}{in}}+\frac{\lambda}{V}\cdot\frac{1}{in}\;e^{\frac{\lambda}{V}\cdot\frac{1}{in}}\right\}.$$

Se la combustione è ben regolata dall'influenza del camino, di cui la sezione sia calcolata per una buona combustione sulla qualità del combustibile da ardere, e supponendo che la natura della caldaja e la temperatura di vaporizzazione non varino, si potranno ritenere costanti i valori di A, B. Difatti, nota la quantità del combustibile, si può regolare il camino affinchè il volume d'aria sia il più conveniente alla combustione completa.

Denominando perciò, per semplicità di scrittura, Δ la differenza $\frac{Q''-Q'}{P}$, si potrà scrivere

$$\Delta=\frac{A\delta}{e^{\frac{\lambda}{Vi}}}, \qquad (32)$$

nella quale

$$\delta=1+\frac{e^{\frac{\lambda}{Vin}}}{in}\left(\frac{\lambda}{V}-in\right). \qquad (33)$$

L'esame del valore di δ basta a giudicare del segno di Δ, giacchè A ed $\frac{\lambda}{e^{Vi}}$ sono quantità essenzialmente positive, e quindi basta a decidere se vi sia vantaggio o svantaggio. La grandezza poi di questo vantaggio si avrà dal corrispondente valore di Δ. Cercando il valore di i, che per dati valori di n e di V corrisponda al massimo valore positivo o negativo di Δ,

si arriva ad una forma di equazione esponenziale che non si sa risolvere direttamente.

Siccome però, rispetto al consumo di combustibile, entro determinati forni e sopra griglie di determinata grandezza, vi sono limiti, oltre i quali la combustione non può avvenire convenientemente; così si potrà con applicazioni numeriche interrogare le formole precedenti, per vedere entro i detti limiti quale rapporto $i = \frac{P}{F}$ riesca più vantaggioso.

È questo adunque il *criterio* che ci eravamo proposti di ottenere.

L'ispezione delle forme delle funzioni δ ci avverte già, che all'impiccolirsi di n bisogna che, corrispondentemente, i ingrandisca, e reciprocamente, affinchè il valore di δ riesca positivo.

Per fare un esempio si consideri il caso delle caldaje marittime. Assume per ciò i valori particolari

$$n = 6, \quad V = 18, \quad C = 7500, \quad t = 160, \quad \text{e poichè è } \lambda = 66{,}46,$$

$$\text{sarà} \quad \frac{\lambda}{V} = 3{,}13 \;; \quad \text{inoltre pei valori (3)} \quad A = 1{,}79;$$

Assumendo ora i valori particolari

$$i = 3, \quad i = 5, \quad i = 8, \quad i = 9, \quad i = 20,$$

si hanno i seguenti risultati

per	$i = 3$	$\delta = -\ 0{,}192$	$\Delta = -\ 0{,}115$
	$i = 5$	$\delta = 0{,}009$	$\Delta = 0{,}0085$
	$i = 8$	$\delta = 0{,}023$	$\Delta = 0{,}036$
	$i = 9$	$\delta = 0{,}085$	$\Delta = 0{,}108$
	$i = 20$	$\delta = 0{,}005$	$\Delta = 0{,}0076$.

Da questi valori, si vede che per una combustione ordinaria di carbon fossile, e nel caso in cui la superficie diretta sia il sesto della superficie totale, la proporzione di 3 chilogrammi di combustibile per metro quadrato di superficie totale e per ora, è svantaggiosa; che aumentando questa proporzione, essa diviene vantaggiosa, e cresce il vantaggio fino ad un certo limite, oltre il quale torna a diminuire. Così, da $i = 5$ ad $i = 9$ questo vantaggio aumenta continuamente, mentre ad $i = 20$ il vantaggio stesso discende al disotto di ciò che era per $i = 5$.

Conviene avvertire che il vantaggio che si ottiene dalla considerazione della influenza della superficie diretta, non raggiunge praticamente quello dato dalla teoria, ed è sempre subordinato alle condizioni di una combustione completa.

La concordanza così approssimata fra i risultati ottenuti dal calcolo delle due formole (26), (27) dipende dalla proprietà già dimostrata (capo I, art. III, §. 2) sulla grande influenza dei primi tronchi di superficie di riscaldamento per contatto di gas caldi in movimento, rispetto ai tronchi successivi.

Il vantaggio adunque di estendere la superficie direttamente esposta al fuoco, quando esista, è così piccolo, che a ragione i buoni pratici non si preoccupano che delle dimensioni del focolajo occorrenti ad una buona e completa combustione, proporzionata alla prestazione della caldaja, e non determinano la superficie diretta che dietro questa condizione.

Si avverta anzi che, siccome occorre un'alta temperatura alla completa combustione dei gas prodotti dalla combustione, così si è rilevato che il contatto di essi colle pareti relativamente fredde della caldaja è svantaggioso, spegnendo porzioni di gas incandescenti, e favorendo il trasporto di particelle combustibili, tradotte incombuste col fumo. È per ciò che nelle macchine fisse, ove per speciali circostanze non sia imposta l'economia dello spazio come condizione prevalente, si sono abbandonate le caldaje a focolaj interni, accolte sulle prime nell'industria con molto vantaggio, perchè il più rapido consumo e le più difficili riparazioni non sono in esse compensate dalla economia del combustibile.

Anzi, in questi ultimi tempi e pei forni murati, di cui le pareti abbiano un conveniente spessore, si è perfino trovato conveniente di sottrarre interamente la caldaja al focolajo, ed esporla ai gas ardenti, a partire dalla sezione che passa per il lembo dell'altare. Langermann (*Polyt. Central-Blatt,* 1858 *Heft.* 12. *Seite* 773) dichiara di avere messo in opera con molto successo forni così disposti, e con rilevante risparmio di combustibile. Essi però richiedono particolari considerazioni sulla costruzione del focolajo e dei condotti del fumo, sulle quali avrò ad intrattenermi in seguito.

§. 8. *Dell'efficacia dei generatori di vapore.*

Denomino *efficacia di un generatore di vapore* l'attitudine che esso ha ad utilizzare una frazione più o meno grande del calore svolto nella combustione. Ritenendo sempre rappresentata con

C la potenza calorifica assoluta del combustibile, rappresento con,

C_1 la quantità di calore che viene trasmessa attraverso la superficie diretta per 1^{ch} di combustibile bruciato,

C_2 l'analoga quantità di calore trasmessa attraverso la superficie indiretta,

C_3 la quantità di calore che viene trasportato seco dai gas che abbandonano la caldaja,

osservando che A è la massa di gas che attraversa la sezione dei condotti in 1" per un peso p di combustibile abbruciato, riesce chiaro che i valori di C_1 e C_2 non sono che i valori di Q_1 e Q_2 dati dalle (17), (24) divisi per p.

Sarà quindi

$$C_1 = \frac{Q_1}{p} = \Gamma\frac{F_1}{p}(\Theta - t) = \frac{\Gamma F_1}{p}\left(\frac{C}{VCg} + \theta - t\right) \qquad (34)$$

$$C_2 = \frac{Q_2}{p} = \left\{\frac{AC}{p}(\Theta - t) - \Gamma\frac{F_1}{p}(\Theta - t)\right\}\left(1 - e^{-mF_2}\right) \qquad (35)$$

$$C_3 = \frac{AC}{p}(T_2 - \theta), \qquad (36)$$

e poichè per le (2), (3), è

$$AC\Theta = pC + AC\theta$$

$$AC = VgpC,$$

così, stante la (34), sarà

$$C_2 = \left\{ C - C_1 - VgC(t-\theta) \right\} \left(1 - e^{-mF_2} \right). \quad (37)$$

La (22), che dà *la temperatura con cui i gas abbandonano la superficie diretta*, si può mettere sotto la forma

$$T_1 = \frac{AC\Theta - \Gamma F_1 (\Theta - t)}{AC},$$

e quindi, mediante la (34) e le relazioni ricordate, si ha

$$T_1 = \frac{C - C_1}{VgC} + \theta, \quad (38)$$

espressione che si ottiene anche immediatamente da considerazioni dirette. Per dedurre delle conseguenze, si introducano in queste le denominazioni già usate pei seguenti rapporti:

$$\frac{P}{F} = i, \quad \frac{F}{F_1} = n, \quad \frac{F_1}{P} = \frac{1}{in}, \quad \frac{F_2}{P} = \frac{(n-1)}{in},$$

e si ponga

$$p = \frac{P}{3600} = \frac{iF}{3600},$$

$$m = \frac{\lambda}{V}.$$

Fatte le opportune sostituzioni e riduzioni nelle (34) (36), (37), e nella (29) del capo precedente, che dà la temperatura finale con cui i gas abbandonano la superficie di riscaldamento indiretta, quando sieno note la temperatura con cui le vengono originariamente a contatto e la temperatura di vaporizzazione, ossia nella

$$T_2 = t + (T_1 - t)\, e^{-mF_2},$$

essendo qui F_2 l'estensione della superficie indiretta, si ottengono le formole seguenti:

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{C_1}{C} = \frac{3600}{iC}\,\frac{\Gamma}{n}\left(\frac{C}{VCg} - t\right) \\
&T_1 = \frac{C - C_1}{VgC} + \theta \\
&\frac{C_2}{C} = \left\{\frac{C - C_1}{C} - \frac{VgC}{C}(t - \theta)\right\}\left(1 - e^{-\frac{\lambda(n-1)}{inV}}\right) \\
&T_2 = t + (T_1 - t)\,e^{-\frac{\lambda(n-1)}{inV}} \\
&\frac{C_3}{C} = \frac{VgC}{C}(T_2 - \theta)\,.
\end{aligned}\right\} \quad (39)$$

i rapporti $\frac{C_1}{C}$, $\frac{C_2}{C}$ rappresentano le frazioni del calore svolto dalla combustione, che sono utilizzate dalla superficie diretta o dalla superficie indiretta , e quindi rappresentano l'efficacia di ciascuna di quelle porzioni di superficie di riscaldamento.

Il rapporto

$$\frac{C_1 + C_2}{C} = 1 - \frac{C_3}{C} = E\,,$$

rappresenta l'intera frazione di calore utilizzato, ciò che costituisce *l' efficacia del generatore.* Dalla considerazione delle formule precedenti si ha, che *per una medesima qualità di combustibile e per un medesimo generatore,* i valori di $\frac{C_1}{C}$, $\frac{C_2}{C}$ diminuiscono, aumentando i ed aumentando V. Da ciò si desume innanzi tutto che:

Il sistema della combustione lenta è il più economico.

Con ciò resta risolta teoricamente la quistione agitata fra i pratici sul vantaggio di una lenta o rapida combustione. Questo risultato teorico è confermato dai più abili esperimen-

tatori, giacchè le esperienze di Cavé e di Morozeau dimostrano, che si può aumentare del 50 per °/₀ la quantità di combustibile abbruciato, senza aumentare sensibilmente la produzione di vapore. Inoltre si chiarisce, che *non bisogna lasciar introdurre nel focolajo una quantità d' aria maggiore di quella occorrente alla combustione completa.*

Risulta da ciò che fu avvertito nell' art. I. §. 1, che sono prossimamente costanti i valori dei rapporti reciproci $\frac{V}{C}$ e $\frac{C}{V}$. Inoltre, commisurandosi il consumo del combustibile in peso alla potenza calorifica di esso, si può considerare come sensibilmente costante il prodotto $i\,C$; perciò si potrà ritenere come prossimamente costante anche il prodotto $i\,C \cdot \frac{V}{C} = iV$ che entra come divisore dell' indice dell' esponenziale negativa contenuta nei valori di $\frac{C_2}{C}$ e di T_2. Perciò, esaminando le formole precedenti, si ha questa conseguenza rimarchevole:

Purchè il forno sia adatto alla qualità e quantità del combustibile da ardere, non vi è differenza molto sensibile, usando un combustibile piuttosto che un altro, nell' economia di esso.

Avvertendo poi che il rapporto $\frac{C}{V}$ entra in $\frac{C_1}{C}$ come fattore di un termine positivo, ed il suo reciproco $\frac{V}{C}$ entra in $\frac{C_2}{C}$ come fattore di un termine negativo, si desume che, a circostanze eguali, si utilizza meglio il calore di quei combustibili per cui è maggiore il rapporto $\frac{C}{V}$. Sotto questo riguardo, fatta astrazione da ogni altra circostanza o condizione speciale, *la legna disseccata sarebbe più vantaggiosa del suo carbone e dei combustibili fossili,* come si è già ripetutamente avvertito esaminando la quistione sotto altri aspetti.

Per avere un' idea dei limiti entro cui la differenza del combustibile può esercitare influenza sull' efficacia di un generatore, ho calcolato la seguente tabella, che dà i valori dei diversi elementi in diverse circostanze.

DATI inerenti alla natura del combustibile ed al generatore	QUALITA' DEL COMBUSTIBILE				
	I Carbone fossile	II Coke 1a qualità	III Coke ordinario	IV Legna a 20 per °/o d'umidità (a)	(b)
C	7500	7000	6000	2800	2800
V	18	16	15	5,4	5,4
Θ	1280	1346	1252	1506	1506
θ	0	10	10	10	0
t	160	150	150	120	160
ε	4	4,15	4,20	10	11
n	15	15	15	15	15
RISULTATI					
$\frac{C_1}{C}$	0,060	0,0678	0,07	0,077	0,064
T_1	1208	1254	1072	1470	1490
$\frac{C_2}{C}$	0,46	0,497	0,48	0,512	0,498
T_2	610	590	509	668	692
$\frac{C_1+C_2}{C}=E$	0,52	0,565	0,55	0,589	0,562
$\frac{C_3}{C}$	0,48	0,435	0,450	0,411	0,438

Questa tabella, così calcolata, ha due scopi:

1.° Di rendere manifesto che col consumo di 4^{ch}. di carbon fossile corrispondente a 4,5 di coke, che è il consumo ordinario per le locomotive celeri, e quindi col corrispondente consumo di legna, si ha una gran perdita di calore; perchè la quantità di calore utilizzato negli esempj addotti non arriva a sessanta centesimi del calore sviluppato dalla combustione,

ed il fumo abbandona la caldaja con una temperatura troppo alta, che va dai 500 ai 700 gradi.

Questa temperatura così elevata non si verifica per il fumo che si scarica nel camino delle locomotive, che, se ciò avvenisse, non sarebbe necessario il getto di vapore nel camino per favorire la tirata. Ma ciò dipende dalle condizioni speciali del sistema tubulare. Difatti, il fumo che deve percorrere i tubi ristretti, vince grandi resistenze nel suo tragitto, e quindi vengono a spegnersi in esso rilevanti quantità di calore, per convertirsi nella forza viva occorrente a quell'uopo. La minore temperatura finale adunque del fumo che abbandona le caldaje delle locomotive non è, a vantaggio di essa, come si rileva valutandone la potenza vaporizzante.

2.° Di rendere pure manifesta la previsione teorica, che l'influenza della diversità del combustibile è assai piccola. Confrontando, p. es., i risultati corrispondenti al carbon fossile colla seconda delle colonne di risultati corrispondenti alla legna ordinaria, per cui si sono assunti eguali i valori disponibili di t, θ, n ed in, si vede che la differenza nell'efficacia del generatore si riduce a soli quattro centesimi del calore svolto, e che questo vantaggio è offerto dalla legna. Osservando la differenza fra le temperature del fumo nei due casi (610° e 692°), si vede che un generatore scaldato a legna richiede maggior lunghezza di superficie di caldaja.

Qui si presenta la quistione di

Determinare la superficie totale F *corrispondente ad un dato consumo* P *di combustibile per ora e per metro quadrato di essa,* o reciprocamente di *determinare il consumo unitario* P *di combustibile corrispondente ad una data superficie totale* F, *e tale che si possa ridurre il fumo che abbandona la caldaja ad una temperatura finale* T_2 *desiderata*.

Questa quistione è risoluta dalla quarta delle (39), in cui si ponga l'unità in luogo di $\frac{n-1}{n}$ giacchè qui si desidera la superficie totale, e non la semplice superficie indiretta.

Da essa si ha:

$$i = \frac{\lambda}{V} \cdot \frac{1}{\log. \frac{T_1 - t}{T_2 - t}}; \qquad (40)$$

e poichè $i = \frac{P}{F}$, si hanno da queste le due

$$F = \frac{VP}{\lambda} \log. \frac{T_1 - t}{T_2 - t} \qquad (41)$$

$$P = \frac{\lambda F}{V} \cdot \frac{1}{\log. \frac{T_1 - t}{T_2 - t}}, \qquad (42)$$

che risolvono interamente la quistione proposta.

Applico, per esempio, queste formole al caso contemplato nella prima delle colonne di risultati relativi alla legna, e registrati nella tabella precedente, perchè è questo uno dei casi più frequenti nell'industria. Facendo le ipotesi distinte che il fumo debba abbandonare la caldaja con una temperatura di 400°, di 300° o di 200°, si hanno i seguenti risultati:

$T_2 = 668°$,	$i = 10$,	$E = 0,589$	(Risultato della tabella)
$T_2 = 400°$,	$i = 7,87$,	$E = 0,76$	
$T_2 = 300°$,	$i = 6,07$,	$E = 0,82$	
$T_2 = 200°$,	$i = 4,505$,	$E = 0,88$	

Suppongasi p. es., che per $i = 10$, la cadaja abbia 52mq di superficie totale, e consumi 520 chil. di legna all'ora, con un'efficacia di generatore rappresentata da 0,59. Si potrà ridurre questa efficacia a 0,88, o consumando la stessa quantità di combustibile, e riducendo a 120mq la superficie totale della caldaja, o colla stessa superficie di caldaja, e riducendo a 4ch,50 il consumo di combustibile per ora e per metro quadrato di superficie. Si potrà ottenere la stessa efficacia di generatore facendo variare contemporaneamente e la superficie ed il consumo di combustibile, e determinando uno di questi elementi in funzione dell'altro mediante le (41), (42).

Dagli esempj qui addotti intanto si rileva che: regolando opportunamente il consumo di combustibile, ed estendendo pure opportunamente la superficie di riscaldamento totale, *si può, anche coi generatori del sistema in discorso, e senza uso di mezzi meccanici per produrre la tirata, elevare l'efficacia teorica* dai 0,60 ai 0,88.

§. 9. *Della potenza vaporizzante dei generatori.*

Denomino *potenza vaporizzante*, *l'attitudine che ha un determinato generatore a produrre una quantità più o meno*

grande di vapore per ora e per metro quadrato di superficie totale. Questa condizione è affatto distinta dalla *efficacia*, considerata nel paragrafo precedente. Con quella si mira anzitutto all'economia del combustibile. La potenza vaporizzante invece misura la grandezza dell'effetto che si vuol ottenere. Alle volte l'economia è lo scopo prevalente, come nelle macchine fisse, nelle quali si ha grande libertà per soddisfare alle condizioni costruttive onde ottenerla. In altri casi, come nelle locomotive, la grandezza dell'effetto è ciò che si domanda, mentre vi sono esigenze speciali rispetto alle condizioni costruttive. Perciò, in questi casi, l'economia non può più essere che relativa.

Rappresentando rispettivamente con x_1, x_2, x i numeri di chilogrammi di vapore prodotti per ora e per superficie quadrata di superficie F_1, F_2, F, e ritenendo sempre rappresentato con

$$c = \gamma + \delta t - \tau$$

la quantità di calore occorrente alla produzione di un chilogrammo di vapore, e conservando a C, C_1 C_2 i significati fin qui loro attribuiti, si avranno manifestamente le relazioni seguenti:

$$C_1 P = c F_1 x_1$$
$$C_2 P = c F_2 x_2$$
$$(C_1 + C_2) P = c F x.$$

Da cui, ritenendo i significati dei simboli

$$i = \frac{P}{F} \quad , \quad n = \frac{F}{F_1} ,$$

si ottiene

$$x_1 = \frac{C_1}{c} . in$$

$$x_2 = \frac{C_2}{c} . \frac{in}{(n-1)}$$

$$x = \frac{C_1 + C_2}{c} i = \frac{i . E C}{c} . \qquad (43)$$

La x rappresenta la *forza vaporizzante della caldaja*, le x_1 ed x_2 rappresentano le forze vaporizzanti parziali della superficie diretta e della superficie indiretta.

Per paragonare i risultati teorici cogli esperimenti, ho calcolato il valore di x pei cinque casi contemplati nella tabella del § 8, e supponendo che si alimenti con acqua alla temperatura $\tau = \theta$.

Denotando quei casi coi numeri posti in testa alle colonne in cui sono registrati i risultati relativi ad essi, ho ottenute le forze vaporizzanti seguenti per i casi

I	$x = 24,50$
II	$x = 25,55$
III	$x = 23,50$
IV (*a*)	$x = 25,70$
IV (*b*)	$x = 26,06$.

La media forza vaporizzante teorica quindi sarebbe $x = 25,26$, ossia prossimamente venticinque chilogrammi di vapore per ora e per metro qradrato di superficie totale.

Variando i rapporti i ed n e le temperature t e τ, nonchè variando il combustibile e le condizioni della combustione, variano necessariamente i valori di x ottenuti dalla formola precedente. Queste poche applicazioni numeriche però bastano a chiarire la concordanza fra i risultati teorici dati dalle nostre formole ed i risultati sperimentali.

Difatti, dalle esperienze di Cavé, fatte su diversi generatori di diverse circostanze, risulta che la quantità media di vapore prodotto per ora e per metro quadrato di superficie è di 22 chilogrammi, e discende in qualche caso fino a 11 chilogrammi, con un consumo di 2 chilogrammi di carbon fossile per ora e per metro quadrato di superficie, mentre ascende fino a 36 chilogrammi di vapore con un consumo triplo di combustibile. Gaudry, nel suo pregevole *Trattato delle macchine a vapore,* dice che il ritenere a produzione unitaria di vapore compresa fra 20 a 30 chilogrammi, è un adottare limiti, dai quali difficilmente si esce nella pratica.

È noto però che nelle caldaje marittime, in cui l'economia dello spazio è imposta come condizione prevalente, e si accor-

da poco più di mezzo metro quadrato di superficie per cavallo-vapore, la produzione di vapore viene spinta fin verso i 40 chilogrammi di vapore per ora e per metro quadrato di superficie totale, mediante una larga estensione di superficie diretta ed un fuoco attivissimo.

Mi parve quindi importante di verificare se le formole precedenti conducono a questo risultato pratico.

A tal uopo, come nella seconda applicazione del §. 5, ho supposto un generatore di vapore scaldato col carbon fossile, per cui sia $n=6$, $i=8$, ossia, per cui la superficie diretta sia $^1/_6$ della superficie totale, e si abbruciano otto chilogrammi di carbon fossile per ora e per metro quadrato di superficie totale. Avendo poi riguardo sì alla attività della combustione che alla difficoltà con cui l'aria, nelle cale dei bastimenti, affluisce ai focolaj, ha assunto $V=\frac{3}{5}v$. Si hanno per ciò, per questo caso, i seguenti

Dati

$C=7500$, $i=8$, $n=6$, $t=160$, $\tau=\theta=10$.

E calcolando con questi dati le formole (2), (39), (45), si hanno i seguenti

Risultati :

$$\Theta=1595 \quad , \quad c=651{,}45$$

$$\frac{C_1}{C}=0{,}12$$

$$\frac{C_2}{C}=0{,}29$$

$$E=0{,}41$$

$$x=37{,}8$$

Ossia, in condizioni conformi a quelle in cui sono le caldaje marittime, la produzione teorica di vapore sarebbe appunto di circa 38ch di vapore per ora e per metro quadrato di superficie.

Se a questo si aggiunge il peso di acqua non vaporizzata che esce insieme col vapore, si avrà una produzione teorica di vapore umido che supera quella assegnata dai pratici.

Da questa applicazione si rende anche manifesto: 1.° l'influenza del grande sviluppo di superficie diretta; giacchè, mentre la superficie diretta non è che $\frac{1}{6}$ della totale, l'efficacia di quella è poco meno di un terzo dell'efficacia di questa; 2.° come questa grande produzione unitaria di vapore sia dispendiosa, giacchè in questo caso l'efficacia nel generatore si riduce 0,41, mentre abbiamo veduto potersi essa elevare con opportune disposizioni fino a 0,88 come limite teorico, senza ricorrere a mezzi meccanici per la tirata.

§. 10. *Temperatura finale del fumo, in funzione dell' efficacia del generatore, per ogni sistema di riscaldamento.*

Stante le denominazioni fin qui ammesse, è $p\,C$ la quantità di calore svolta dal combustibile ogni 1", e rappresentando con T_f la temperatura finale del fumo, ossia la temperatura con cui abbandona la caldaja, è AC $(\Theta - T_f)$ la frazione della detta quantità di calore che viene ceduta dal fumo durante la sua circolazione attorno alla caldaja stessa.
Sarà quindi

$$\frac{AC}{pC}(\Theta - T_f) = E\ ,$$

in cui E rappresenta sempre l'efficacia del generatore. Da questa si ha

$$T_f = \Theta - E\,\frac{pC}{AC}\ ,$$

ossia, ponendo per AC il suo valore 0,325 Vp, che si desume dalle (3), e per Θ il suo valore dato dalla (2)

$$T_f = 3{,}077\,\frac{C}{V}\,(1 - E) + \theta\ . \qquad (44)$$

Questa rappresenta *la temperatura finale a cui deve discendere il fumo prima di abbandonare la caldaja, perchè il generatore raggiunga un' efficacia determinata*.

L'esame dell'espressione (44) chiarisce le seguenti proprietà:

a) La temperatura finale del fumo corrispondente ad una efficacia determinata, è indipendente dal metodo di riscaldamento.

b) Essa dipende dalla natura del combustibile, e non dalla quantità di esso che si abbrucia.

Ho calcolato una tabella numerica delle temperature finali corrispondenti a' valori di E eguali a 0,3 ; 0,4 ..... 0,9 e relative ai diversi combustibili. Essa sarà data in fine dell'articolo seguente.

§. 11. *Rapporti fra la superficie di riscaldamento per un sistema senza circolazione, ed il consumo di combustibile o la produzione di vapore, espressi in funzione dell'efficacia del generatore.*

Potendosi, per ciò che si è visto nel § 7 di questo articolo, assumere la legge di Reutenbacher esposta al § 1, se si rappresenta con F la superficie totale di riscaldamento per un *sistema senza circolazione,* si avrà la relazione (29) del capo I. Ponendo in essa Θ in luogo di T_1, e T_f in luogo ni T_2, si ha

$$F = \frac{1}{m} \log \frac{\Theta - t}{T_f - t}.$$

Se si sostituiscono in questa per $\frac{1}{m}$ il valore $\frac{VP}{\lambda}$, ossia 0,015 VP, che si desume dalle (3), e per Θ e T_f i rispettivi valori dati dalle (2) e (44), si ottiene

$$\frac{F}{P} = 0{,}015\ V \log. \frac{C - 0{,}325\ V\,(t - \theta)}{C\,(1 - E) - 0{,}325\ V\,(t - \theta)},$$

ossia, introducendo per semplicità di scrittura la denominazione

$$m = C - 0{,}325\ V\,(t - \theta), \qquad (45)$$

$$\frac{F}{P} = 0{,}015\ V \log. \frac{m}{m - CE}, \qquad (46)$$

e quindi

$$\frac{P}{F} = \frac{66,46}{V \log. \frac{m}{m - \mathcal{C} E}} \qquad (47)$$

Si denomici Q la quantità di calore trasmessa ogni ora in caldaja, valutata in numero di calorie; sarà $Q = EP\mathcal{C}$; e combinando questa colla (46), si ha

$$\frac{F}{Q} = \frac{0,015 . V}{E \mathcal{C}} \log. \frac{m}{m - \mathcal{C} E} . \qquad (48)$$

Moltiplicando fra loro i membri corrispondenti delle (47), (48), si ottiene

$$\frac{P}{Q} = \frac{1}{E \mathcal{C}} ,$$

la quale ci insegna, che *il rapporto teorico fra il peso di combustibile abbruciato e la quantità di calore trasmessa in caldaja dipende solo dalla natura del combustibile e dall' efficacia che si vuol ottenere.*

Pei valori dati di E $\mathcal{C}$, avendo un valore determinato il rapporto $\frac{P}{Q}$, e quindi il prodotto $\frac{F}{Q} . \frac{P}{F}$, ne viene che, aumentando il valore numerico di uno di questi fattori, deve diminuire quello dell'altro. Rappresentando Q la quantità di calore trasmessa in caldaja, espressa in numero di calorie per ora, se si denomina x il numero dei chilogrammi di vapore prodotti o da produrre, sarà

$$Q = c_1 x ,$$

in cui, ricordando le denominazioni (10), e rappresentando ancora con τ la temperatura dell'acqua di alimentazione, è

$$c_1 = \gamma + \delta t - \tau .$$

il numero di calorie necessario alla produzione di 1^{ch}. di vapore alla temperatura t. Sarà quindi

$$\frac{F}{x} = \frac{0,015 \ . \ c_1 V}{E} \log. \frac{m}{m - \mathcal{C}E} \ . \qquad (49)$$

Le (44), (47), (49) *risolvono tutti i problemi pratici sui sistemi senza circolazione.*

La condizione

$$m - \mathcal{C}E > 0 \, , \qquad (50)$$

ossia

$$1 - 0,325 \frac{V}{\mathcal{C}} (t - \theta) > E \, ,$$

necessaria perchè non risultino immaginarj i rapporti $\frac{P}{F}$, $\frac{F}{x}$, determina *il massimo valore teorico di* E, *che può essere raggiunto con una data specie di combustibile, e per una desiderata temperatura di vapore.*

Si vede da essa, che *la massima efficacia teorica è maggiore per quei combustibili per cui è minore il rapporto fra il volume pratico d' aria necessaria alla combustione e la potenza calorifica, ed inoltre che la detta efficacia diminuisce aumentando la temperatura a cui si vuole ottenere il vapore.* Ciò è conforme a quanto si era avvertito nel §. 8.

Assunto un valore di E, la (44) ci assegna il corrispondente valore della temperatura finale T_f del fumo, e quindi si conoscerà *se possa quel determinato valore di* E *raggiungersi approfittando dei camini ordinarj, o se occorra di produrre la tirata con mezzi meccanici.* In questo caso, ove non si voglia ricorrere ai detti mezzi, bisognerà assumere un valore di E più piccolo di quello scelto precedentemente. Servirà in ciò la tabella calcolata sulle formole (44) e (50), e registrata alla fine dell' articolo seguente.

Fissato, con queste considerazioni, *il valore di* E, *la* (49) *assegna l' estensione della superficie di riscaldamento occor-*

rente ad ottenere, con quella efficacia del generatore, *una determinata produzione di vapore per ora*, espressa in chilogrammi, *ad una determinata temperatura.*

Finalmente la (47) dà il consumo di combustibile per ora e per metro quadrato di superficie di riscaldamento, e ponendo in essa il valore di F, precedentemente determinato, si avrà *il totale consumo di combustibile, in numero di chilogrammi per ora, onde ottenere la produzione di vapore desiderata.*

Si troveranno alla fine dell' articolo seguente alcune tabelle di valori numerici, calcolate in base alle formole (46), (47), (48), (49), che serviranno alla risoluzione pratica dei detti problemi.

Articolo III.

Sistema a circolazione di fluido riscaldato.

§. 1. *Premesse*.

I generatori di vapore in cui si usano i sistemi a circolazione, si possono considerare come sistemi complessi, composti di una parte a circolazione, e di una parte senza circolazione. Nella porzione del sistema che è a circolazione, l'acqua dassa dalla temperatura iniziale t_i ad una temperatura τ; nella porzione del sistema che è senza circolazione, l'acqua passa dalla temperatura τ alla temperatura t_f di vaporizzazione, e vaporizza in opportuna misura a quella temperatura.

Per maggiore generalità, ho introdotta la temperatura incognita τ; in pratica converrà disporre le cose in guisa, che riesca $\tau = t_f$. Per ciascuno dei due sistemi complessi, cioè a circolazione diretta od a circolazione reciproca, si possono considerare due casi distinti. Dividendo cioè la superficie di riscaldamento in due tronchi, di cui l'uno, che comincia a partire dal focolajo, denomineremo *iniziale,* l' altro che termina alla sezione di scarico del fumo, denomineremo *finale,* può avvenire che appartenga alla porzione del sistema che è a circolazione il tronco iniziale, ovvero il tronco finale.

In tutta questa ricerca, conservate le denominazioni precedenti su cui non è fatta dichiarazione, rappresenteremo con

Θ, T_f, D_1 la temperatura iniziale, la temperatura finale del fumo, prima che abbandoni la caldaia, e quella corrispondente alla sezione di separazione dei due tronchi:

θ la temperatura esterna dell'aria e dell'acqua;

τ la temperatura che l'acqua acquista nella porzione del sistema a circolazione:

t la temperatura del vapore:

e riterremo

$$c = \gamma + \delta t - \theta ,$$

$$c_1 = \gamma + \delta t - \tau ,$$

e quindi

$$c - c_1 = \tau - \theta ,$$

dove γ e δ hanno i valori dati dalla (10).

Ammetteremo inoltre la legge di Redtenbacher, come si è fatto nel paragrafo precedente.

§. 2. *Apparecchio complesso a circolazione diretta.*

CASO I. — *All'apparecchio a circolazione appartiene il tronco finale di superficie di riscaldamento.*

Si denomini

F'_i il tronco iniziale di superficie di riscaldamento,
F'_f il tronco finale,
$F' = F'_i + F'_f$ la superficie totale.

I valori di F'_i ed F'_f sono rispettivamente eguali ai valori di F_1, F_2 dati dalle (37), capo I, nelle quali, invece di

$$T_{i_1} , \ T_{f_2} , \ t_i , \ t_{f_1} , \ t_{f_2} ,$$

si ponga rispettivamente

$$\Theta , \ T_f , \ \theta , \ t , \ \tau ,$$

e si avverta che la temperatura finale T_{f_1} del primo tronco, e

la iniziale T_{i_2} del secondo tronco, sono la stessa temperatura che fu denominata T_s nel paragrafo precedente.

Sarà perciò

$$\left.\begin{aligned} F'_i &= \frac{1}{m} \log. \frac{\Theta - t}{T_s - t} \\ F'_f &= \frac{1}{m+n} \log. \frac{T_s - \theta}{T_f - \tau} \,. \end{aligned}\right\} \tag{51}$$

Osservando poi, che nel sistema totale si vaporizza un peso a di acqua (capo I, art. III), che vi entra alla temperatura θ, e che nella porzione di essa senza circolazione si fa la vaporizzazione del peso a di acqua, che è già alla temperatura τ, si hanno le due relazioni

$$\left.\begin{aligned} AC\,(\Theta - T_s) &= a c_1 \\ AC\,(\Theta - T_f) &= a c \,. \end{aligned}\right\} \tag{52}$$

Da queste, dividendo la prima per la seconda, si ha

$$T_s = \Theta - \frac{c_1}{c}\,(\Theta - T_f)\,. \tag{53}$$

Introducendo questo valore in luogo di T_s nelle (51), si ottengono *i valori coordinati di* F'_i, F'_f *occorrenti affinchè l'acqua di alimentazione nel tronco a circolazione acquisti la temperatura* τ, *e si vaporizzi nel sistema un peso* a *di acqua alla temperatura* t *ogni* 1". Sommando i valori così risultanti, si ha

$$\left.\begin{aligned} F' = {} & \frac{1}{m} \log. \frac{c(\Theta - t)}{c(\Theta - t) - c_1(\Theta - T_f)} \\ & + \frac{1}{m+n} \log. \frac{c(\Theta - t) - c_1(\Theta - T_f)}{c(T_f - \tau)} \end{aligned}\right\} \tag{54}$$

CASO II. — *All' apparecchio a circolazione appartiene il tronco iniziale di superficie di riscaldamento.*

Si denominino rispettivamente
F''_i, F''_f, $F'' = F''_i + F''_f$ le superficie parziali dei due tronchi, e la totale del sistema. I valori di F''_i, F''_f saranno in questo caso ordinatamente eguali ai valori di F_2, F_1 dati dalle (37), capo I, nei quali invece di

$$T_{i_2}\,,\ T_{f_1}\,,\ t_i\,,\ t_{f_2}\,,\ t_{f_1}\,,$$

si ponga rispettivamente

$$\Theta\,,\ T_f\,,\ \theta\,,\ \tau\,,\ t\,,$$

e si avverta che

$$T_{f_2} = T_{i_1} = T_s\,.$$

Sarà perciò

$$F''_i = \frac{1}{m+n}\ \log.\ \frac{\Theta - \theta}{T_s - \tau}$$

$$F''_f = \frac{1}{m}\ \log.\ \frac{T_s - t}{T_f - t}\ ;$$

si avranno inoltre le condizioni

$$\left.\begin{aligned} AC(\Theta - T_f) &= ac\,, \\ AC(T_s - T_f) &= ac_1\,; \end{aligned}\right\} \qquad (55)$$

perchè il riscaldamento dell' acqua, partendo dalla temperatura τ, e la conseguente vapòrizzazione, si effettuano nel *tronco finale*. Da queste si ottiene

$$T_s = \frac{c_1}{c}\,\Theta + \frac{c - c_1}{c}\,T_f\,. \qquad (56)$$

Ponendo questo valore di T_s in quelli di F''_i, F''_f, e sommando le risultanti, si ha

$$\left.\begin{aligned} F'' = \frac{1}{m+n}\,.\ \log.\ \frac{c(\Theta - \theta)}{c(T_f - \tau) + c_1(\Theta - T_f)} \\ + \frac{1}{m}\ \log.\ \frac{c_1(\Theta - T_f) + c(T_f - t)}{c\,(T - t)}\,. \end{aligned}\right\} \qquad (57)$$

§. 3. Apparecchio complesso a circolazione reciproca.

CASO I. — *All' apparecchio a circolazione appartiene il tronco finale.*

Si denominino rispettivamente

F'''_i, F'''_f, $F''' = F'''_i + F'''_f$ le superficie parziali del tronco iniziale e del tronco finale, e la superficie totale del sistema. I valori di F'''_i, F'''_f sono eguali ordinatamente a quelli di F_i, F_f dati dalle (37), capo I, nei quali, invece di

$$T_{i_1}\ ,\ T_{f_2}\ ,\ t_i\ ,\ t_{f_2}\ ,\ t_{f_1}\ ,$$

si ponga rispettivamente

$$\Theta\ ,\ T_f\ ,\ \theta\ ,\ \tau\ ,\ t\ ;$$

e si avverta che

$$T_{f_1} = T_{i_2} = T_s\ .$$

Fatte le sostituzioni, si ha

$$F'''_i = \frac{1}{m} \log.\frac{\Theta - t}{T_s - t}$$

$$F'''_f = \frac{1}{m-n} \log.\frac{T_s - \tau}{T_f - \theta}$$

Sussistono inoltre per questo caso le stesse condizioni (52), e quindi il valore di T_s è dato dalla (53). Sostituendo questo valore nelle precedenti, e sommando le risultanti, si ottiene

$$\left.\begin{aligned} F''' &= \frac{1}{m} \log.\frac{c(\Theta - t)}{c(\Theta - t) - c_1(\Theta - T_f)} \\ &+ \frac{1}{m-n} \log.\frac{c(\Theta - \tau) - c_1(\Theta - T_f)}{c(T_f - \theta)}\ . \end{aligned}\right\} \quad (58)$$

CASO II. — *All' apparecchio a circolazione appartiene il tronco iniziale.*

Denominando analogamente

F^{IV}_i, F^{IV}_f, $F^{IV} = F^{IV}_i + F^{IV}_f$ le superficie parziali dei due tronchi e la totale, saranno i valori di F^{IV}_i, F^{IV}_f eguali rispettivamente a quelli di F_2 ed F_1 dati dalle (37), capo I, in cui invece di

$$T_{i_2}\ ,\ T_{f_1}\ ,\ t_{i_2}\ ,\ t_{f_2}\ ,\ t_{f_1}\ ,$$

si ponga rispettivamente

$$\Theta\ ,\ T_f\ ,\ \theta\ ,\ \tau\ ,\ t\ ,$$

e si avverta essere

$$T_{f_2} = T_{i_1} = T_s\ .$$

Si ha perciò

$$F^{IV}_i = \frac{1}{m-n}\log.\frac{\Theta-\tau}{T_s-\theta}$$

$$F^{IV}_f = \frac{1}{m}\log.\frac{T_s-t}{T_f-t}\ .$$

Inoltre sussistono, per questo caso, le stesse condizioni (55), e quindi si ha lo stesso valore di T_s dato dalla (56). Sostituito questo valore nelle precedenti, e sommate le risultanti, si ottiene

$$\begin{aligned} F^{IV} = {} & \frac{1}{m-n}\log.\frac{c(\Theta-\tau)}{c(T_f-\theta)+c_1(\Theta-T_f)} \\ & + \frac{1}{m}\log.\frac{c(T_f-\theta)+c_1(\Theta-T_f)}{c(T_f-t)}\ . \end{aligned} \qquad (59)$$

§. 4. *Estensioni delle superficie di riscaldamento, relative ai due sistemi a circolazione di fluido riscaldato, espresse in funzione dell' efficacia del generatore.*

Dalla seconda delle (52), che è generale, e vale per ogni sistema di generatore di vapore, e ricordando dal §. 3, art. III, capo I, che $m = \dfrac{\Gamma}{AC}$, $n = \dfrac{\Gamma}{ac}$, si ha

$$\frac{n}{m} = \frac{AC}{ac} = \frac{1}{\Theta - T_f} \tag{60}$$

$$\frac{1}{m \pm n} = \frac{1}{m} \cdot \frac{1}{1 \pm \frac{n}{m}} = \frac{1}{m} \frac{\Theta - T_f}{\Theta - T_f \pm 1} \,. \tag{61}$$

Si introducano ora per semplicità le seguenti scritture abbreviative:

$$\begin{aligned} m &= C - 0{,}325, \ V(t - \theta) \\ m_1 &= C - 0{,}325, \ V(\tau - \theta) \\ n &= C - 0{,}325, \ V(T_f - \theta) \\ n' &= C - 0{,}325, \ V[T_f - (\theta + 1)] \\ n_1 &= C - 0{,}325, \ V[T_f - (\theta - 1)] \\ p &= 0{,}325, \ V(T_f - t) \\ p' &= 0{,}325, \ V(T_f - \tau) \,. \end{aligned} \tag{62}$$

Ponendo nella (61) e nelle (54), (57), (58), (59), invece di Θ, il suo valore (2), e ricordando che, per le (3), è

$$p = \frac{P}{3600} \,, \ \frac{1}{m} = 0{,}015 \ VP \ , \ 3600 \ AC = 0{,}325 \ VP,$$

si può dare ad esse la forma seguente:

$$\begin{aligned} \frac{1}{m+n} &= \frac{1}{m} \frac{n}{n'} \\ \frac{1}{m-n} &= \frac{1}{m} \frac{n}{n_1} \,, \end{aligned} \tag{63}$$

$$\frac{F'}{P} = 0{,}015 \ V \left\{ \log. \frac{m}{m - \frac{c_1}{c} n} + \frac{n}{n'} \log. \frac{C - \frac{c_1}{c} n}{p'} \right\} \tag{64}$$

$$\frac{F''}{P} = 0{,}015\ V \left\{ \log. \frac{\frac{c_1}{c}\, n + p}{p} + \frac{n}{n'} \log. \frac{C}{\frac{c_1}{c}\, n + p'} \right\}$$

$$\frac{F'''}{P} = 0{,}015\ V \left\{ \log. \frac{m}{m - \frac{c_1}{c}\, n} + \frac{n}{n_1} \log. \frac{m_1 - \frac{c_1}{c}\, n}{C - n} \right\} \quad (64)$$

$$\frac{F^{IV}}{P} = 0{,}015\ V \left\{ \log. \frac{m_1}{C - n + \frac{c_1}{c}\, n} + \frac{n}{n_1} \log. \frac{p + \frac{c_1}{c}\, n}{p} \right\}$$

Ricordisi ora, che dalla (44) si ha

$$Tf = \frac{C\,(1 - E)}{0{,}325\ V} + \theta\ ;$$

ponendo questo valore nelle espressioni rappresentate con n, n', n_1, p, p', si ottiene

$$\begin{aligned}
n &= C\,E \\
n' &= C\,E + 0{,}325\ V \\
n_1 &= C\,E - 0{,}325\ V \qquad\qquad (65) \\
p &= C\,(1 - E) - 0{,}325\ V\,(t - \theta) = m - C\,E \\
p' &= C\,(1 - E) - 0{,}325\ V\,(\tau - \theta) = m_1 - C\,E
\end{aligned}$$

Sostituendo questi valori nelle (64), si avranno i rapporti $\frac{F'}{P}$, $\frac{F''}{P}$..., per un dato combustibile per cui siano note le quantità C, V espressi in funzione solo di E.

§. 5. *Confronto dei diversi sistemi.*

Considerando le (64), si vede che i rapporti $\frac{n}{n'}$ ed $\frac{n}{n_1}$ mol-

tiplicano numeri non molto grandi. Inoltre, calcolando questi rapporti per le diverse specie di combustibili comtemplati nella tabella del § 1, art. I, cap. II, e pei valori di E compresi fra 0,4 e 0,9, si trova che le quantità di cui i detti rapporti differiscono dall'unità, hanno per valore medio 0,0015. Si potrà quindi, con una approssimazione più che sufficiente pei calcoli pratici, ritenere

$$\frac{n}{n'} = 1 \;, \quad \frac{n}{n_1} = 1 \,. \tag{66}$$

Se inoltre si ammette che, nel sistema a circolazione, l'acqua si elevi ad una temperatura $\tau = t$, ciò che si potrà sempre ottenere dando alle superficie di riscaldamento l'estensione che sarà determinata in questa ipotesi, sarà anche

$$m = m_1 \;, \quad p = p'. \tag{67}$$

Introducendo le condizioni (66), (67) nelle espressioni (64), si ottiene

$$\frac{F'}{P} = 0{,}015 \text{ V log. } \frac{m}{p} \cdot \frac{C - \frac{c_1}{c} n}{m - \frac{c}{c_1} n}$$

$$\frac{F''}{P} = 0{,}015 \text{ V log. } \frac{C}{p}$$

$$\frac{F'''}{P} = 0{,}015 \text{ V log. } \frac{m}{C - n}$$

$$\frac{F^{IV}}{P} = 0{,}015 \text{ V log. } \frac{m}{p} \cdot \frac{p + \frac{c_1}{c} n}{C - n + \frac{c_1}{c} n} \,.$$

Per confrontare questi rapporti fra loro e con quello $\frac{F}{P}$ dato dalla (46), osservo che, ponendo

$$y = \frac{c_1 \, \mathrm{n}}{\mathrm{p}} \cdot \frac{C - \mathrm{m}}{c\,\mathrm{m} - c_1 \mathrm{n}}$$

$$z = \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{p}\,(C - \mathrm{n})} \cdot \frac{\frac{c_1}{c}\,\mathrm{n}\,(C - \mathrm{n} - \mathrm{p})}{C - \mathrm{n} + \frac{c_1}{c}\,\mathrm{n}},$$

si ha

$$\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{p}} \cdot \frac{C - \frac{c_1}{c}\,\mathrm{n}}{\mathrm{m} - \frac{c_1}{c}\,\mathrm{n}} = \frac{C}{\mathrm{p}} + y$$

$$\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{p}} \cdot \frac{\mathrm{p} + \frac{c_1}{c}\,\mathrm{n}}{C - \mathrm{n} + \frac{c_1}{c}\,\mathrm{n}} = \frac{\mathrm{m}}{C - \mathrm{n}} + z,$$

dove le quantità y e z sono essenzialmente positive. Difatti, considerando prima il valore di y, e ricordando, per ciò che fu dimostrato nel §. 4. art. III, capo I, che nei sistemi a circolazione diretta è sempre $T_f > t$, si rileva dalle (62) che

$$C - \mathrm{m} > 0$$

$$c\mathrm{m} - c_1\mathrm{n} = (C + \varepsilon\theta)\,(c - c_1) + \varepsilon\,(c_1 T_f - ct) > 0,$$

in cui, per brevità di scrittura, ho posto

$$\varepsilon = 0{,}325\ \mathrm{V}.$$

La prima di queste relazioni è evidente; a persuadersi della seconda, si avverta che ponendo per $c - c_1$ il suo valore; ed ammettendo anche come valore limite minimo $T_f = t$, si può essa scrivere sotto la forma seguente

$$\{C - \varepsilon\,(t - \theta)\}\,(c - c_1) > 0$$

la quale riesce pure evidente, ponendo mente ai valori numerici delle quantità che contiene.

Rispetto al valore di z, si rileva dalle stesse (62) che

$$C - n = \varepsilon\,(T_f - \theta) > 0$$

$$C - n - p = \varepsilon\,(t - \theta) > 0$$

Perciò, ricordando anche il valore di $\frac{F}{P}$ dato dalla (46), tenendo conto della quarta delle (65), si ha il seguente sistema di eguaglianze:

$$\frac{F}{P} = 0{,}015\ V \log. \frac{m}{p}\,, \tag{68}$$

$$\frac{F'}{P} = 0{,}015\ V \log. \left(\frac{C}{p} + y\right), \tag{69}$$

$$\frac{F''}{P} = 0{,}015\ V \log. \frac{C}{p}\,, \tag{70}$$

$$\frac{F'''}{P} = 0{,}015\ V \log. \frac{m}{C - n}\,, \tag{71}$$

$$\frac{F^{IV}}{P} = 0{,}015\ V \log. \left(\frac{m}{C - n} + z\right). \tag{72}$$

Per ciò che si è avvertito nell'ultimo paragrafo dell'articolo precedente, moltiplicando i secondi membri di queste eguaglianze per la stessa quantità

$$\frac{c_1}{E\,C}\,,$$

si otterranno nei resultati i valori dei rapporti

$$\frac{F}{x}\,,\ \frac{F'}{x}\,,\ \frac{F''}{x}\,,\ \frac{F'''}{x}\,,\ \frac{F^{IV}}{x}$$

fra le rispettive superficie di riscaldamento e le produzioni di vapore, supposti solo diversi i sistemi di riscaldamento, ed eguali le altre circostanze.

Il confronto delle (69), (70) e quello delle (71), (72), chiariscono le seguenti proprietà:

Nei sistemi complessi a circolazione diretta è più vantaggioso il far sì che alla porzione a circolazione corrisponda il tronco iniziale di superficie di riscaldamento.

Nei sistemi complessi invece *a circolazione reciproca è più vantaggioso il far sì che alla porzione a circolazione corrisponda il tronco finale della superficie di riscaldamento.*

Confrontando invece le (68), (70), (71), si vede che, essendo

$$C > m \quad , \quad C - n > p \; ,$$

è

$$\frac{F''}{P} > \frac{F}{P} > \frac{F'''}{P} \; ,$$

e quindi anche (73)

$$\frac{F''}{x} > \frac{F}{x} > \frac{F'''}{x} \; ,$$

vale a dire il *sistema a circolazione diretta è meno vantaggioso, e quello a circolazione reciproca è più vantaggioso del sistema senza circolazione* (*).

(*) Questa proposizione, conforme anche a quella legge di continuità che governa i fenomeni fisici, per cui il sistema senza circolazione è la transizione fra i due sistemi a circolazione diretta e reciproca, è contraddetta da alcuni risultati numerici ottenuti dal signor Weiss nella sua Memoria *Theoretisches über die Form der Dampfkessel. Civil. Ingenieur*, 6 Band, 1 Heft. In essa egli ammise, come si è pure fatto in questa analisi, la legge di Redtenbacher; ma mentre in tutto questo lavoro si è introdotta la media dei lavori dati da Regnault e da Clausius per il calore di vaporizzazione, egli considerò ed introdusse come sufficientemente esatta la legge di Watt. Perciò egli ottiene per $\frac{F''}{P}$ dei valori alquanto minori di $\frac{F}{P}$, sebbene con piccolissime differenze. Poteva nascere dubbio, se sulla nostra conclusione avesse influenza l'ipotesi da noi introdotta e

Le condizioni, perchè siano reali i rapporti $\frac{F''}{P}$, $\frac{F'''}{P}$ e quindi $\frac{F''}{x}$, $\frac{F'''}{x}$, tenendo conto delle (65), risultano rispettivamente

$$\begin{aligned} m - C E &> 0 \\ C(1 - E) &> 0 . \end{aligned} \quad (74)$$

La prima coincide con quella (50) già trovata per i sistemi senza circolazione.

La seconda ci insegna che, *per i sistemi a circolazione reciproca, la massima efficacia teorica possibile è* E = 1. *A questo limite però si richiede una superficie di riscaldamento infinita.*

§. 6. *Alcuni risultati numerici relativi alle formole ottenute in queste e negli ultimi paragrafi dell' articolo precedente.*

Ho creduto bene aggiungere alle formole teoriche le seguenti tabelle di valori numerici. I. Il calcolo delle (44) e (50) ci offre la seguente tabella:

rappresentata dalle eguaglianze (66). A togliere tale dubbio basta avvertire, che i valori di $\frac{n}{n_1}$, $\frac{n}{n'}$ si scostano tanto più dall' unità quanto è più piccolo il valore di E, a cui corrispondono; per cui, se vi è errore nelle deduzioni a cui si appoggia la proposizione nostra che assegna $\frac{F''}{P} > \frac{F}{P}$, questo errore deve riescire tanto più sensibile quanto più piccoli sono i valori di E che si considerano. Invece le valutazioni numeriche del sig. Weiss, nella supposizione che il volume pratico d' aria sia il doppio del teorico, darebbero, per E = 0,1 ed E = 0,2, $\frac{F - F''}{P} = 0$; per E = 0,7, darebbero $\frac{F - F''}{P} = 0{,}002$, e per E = 0,8, darebbero $\frac{F - F''}{P} = 0{,}02$.

lei combustibili ntemplati abella del § 1, . 1, capo II	Limite a cui resta inferiore l'efficacia del generatore (E) per una temperatura media di vaporizzazione $t - \theta = 140°$	Valori della temperatura finale (Tf), espressa in gradi centigradi, a cui deve abbassarsi il fumo perchè il generatore possa raggiungere un' efficacia eguale a					
		E = 0,4	E = 0,5	E = 0,6	E = 0,7	E = 0,8	E = 0,9
'ossile	0,8768	769,2	641,0	512,8	384,6	256,4	128,2
qualità	0,8726	807,6	673,0	538,4	403,8	269,2	134,6
qualità	0,8863	739,2	616,0	492,8	369,6	246,4	123,2
di torba	0,8967	811,2	676,0	540,8	405,6	270,4	135,2
sseccata	0,8987	785,4	654,5	523,6	392,7	261,8	130,9
0 °/₀ d' umidità	0,8863	739,2	616,0	492,8	369,6	246,4	123,2
isseccata	0,9115	985,2	821,0	656,8	592,6	328,4	164,2
0 °/₀ d'umidità	0,9121	957,6	798,0	638,4	478,8	319,2	159,6

Osservisi, che la condizione che assegna i valori massimi di E dati dalla prima colonna, è necessaria perchè non siano immaginarj i rapporti $\frac{F}{P}$, $\frac{F}{Q}$; ma che essa non influisce sui valori di Tf. È per ciò che ho calcolati i valori di Tf corrispondenti ad $E = 0{,}9$, anche per quei combustibili per cui è questo un limite superiore a quello segnato nella prima colonna. Siccome in ogni caso questi valori si scostano poco da 0,9, così i valori di Tf dati dall'ultima colonna, serviranno sempre come criterio.

II. Il calcolo delle (46) (47), (48) per il carbon fossile e per il coke di 1ª e 2ª qualità, e per la legna ordinaria, ci assegna i valori numerici dei rapporti $\frac{F}{P}$, $\frac{P}{F}$, $\frac{F}{Q}$, registrati nella tabella seguente. Non ho calcolato il valore del rapporto $\frac{F}{x}$ perchè esso varia colla temperatura dell' acqua di alimentazione.

Qualità dei combustibili	Temperatura di vaporizzazione	Rapporti per sistemi senza circolazione	Valori dei rapporti indicati nella colonna preceden corrispondenti a diverse efficacie di generatore, e quindi per i seguenti valori di E					
			E = 0,4	E = 0,5	E = 0,6	E = 0,7	E = 0,8	E =
Carbone fossile	$t - \theta = 160°$	$\frac{F}{P}$	0,165	0,227	0,313	0,434	0,659	
		$\frac{P}{F}$	6,06	4,40	3,19	2,30	1,52	
		$\frac{F}{Q}$	0,000055	0,000061	0,000070	0,000082	0,00011	
Coke 1. qualità	$t - \theta = 140°$	$\frac{F}{P}$	0,141	0,196	0,264	0,364	0,536	
		$\frac{P}{F}$	7,09	5,10	3,79	2,75	1,87	
		$\frac{F}{Q}$	0,000050	0,000055	0,000062	0,000073	0,000094	
Coke 2. qualità od ordinario	$t - \theta = 140°$	$\frac{F}{P}$	0,134	0,187	0,254	0,351	0,524	
		$\frac{P}{F}$	7,46	5,34	3,93	2,85	1,91	
		$\frac{F}{Q}$	0,000056	0,000062	0,000070	0,000086	0,00010	
Legna ordinaria a 20 per % di umidità	$t - \theta = 150°$	$\frac{F}{P}$	0,046	0,063	0,086	0,117	0,171	0,
		$\frac{P}{F}$	21,74	15,87	11,63	8,54	5,85	2,
		$\frac{F}{Q}$	0,000044	0,000050	0,000055	0,000062	0,000079	0,0
	$t - \theta = 100°$	$\frac{F}{P}$	0,044	0,060	0,082	0,110	0,154	0,
		$\frac{P}{F}$	22,72	16,66	12,19	9,09	6,49	3
		$\frac{F}{Q}$	0,000041	0,000046	0,000051	0,000058	0,000071	0,0

III. Ho applicato il calcolo delle (70), (71), e delle conseguenti $\frac{F''}{Q} = \frac{1}{E\,C} \cdot \frac{F''}{P}$, $\frac{F'''}{Q} = \frac{1}{E\,C} \cdot \frac{F'''}{P}$, solo al carbon fossile ed alla legna, giacchè il coke, d'ordinario, non si usa che nelle locomotive. Ottenni la seguente tabella:

...lità dei ...bu-bili	Temperatur. di vaporizzazione	Specie del sistema complesso di riscaldamento	Rapporti	Valori dei rapporti indicati nella colonna precedente per diverse efficacie di generatore					
				E=0,4	E=0,5	E=0,6	E=0,7	E=0,8	E=0,9
...bon ...sile	$t-\theta=160°$	a circolazione diretta	$\frac{F''}{P}$	0,2052	0,2641	0,3472	0,4709	0,6986	
			$\frac{F''}{Q}$	0,000088	0,000070	0,000077	0,000089	0,000116	
		a circolazione reciproca	$\frac{F'''}{P}$	0,1021	0,1542	0,2116	0,2883	0,3988	
			$\frac{F'''}{Q}$	0,000034	0,000041	0,000048	0,000055	0,000006	
...gna ...ina- a 20 % di ...idità	$t-\theta=150°$	a circolazione diretta	$\frac{F'}{P}$	0,0549	0,0729	0,0956	0,1279	0,1817	0,4149
			$\frac{F''}{Q}$	0,000049	0,000052	0,000057	0,000065	0,000081	0,000165
		a circolazione reciproca	$\frac{F'''}{P}$	0,0333	0,0480	0,0660	0,0895	0,1224	0,1832
			$\frac{F'''}{Q}$	0,000029	0,000034	0,000039	0,000045	0,000054	0,000072

Per mostrare l'uso delle tabelle numeriche I, II, III esposte, suppongo che si desideri di ottenere 25 chilogrammi di vapore all'ora ed alla temperatura di 160°, abbruciando legna ordinaria (l'ultimo dei combustibili contemplati nella tabella dell'articolo 1, § 1), ed alimentando con acqua che abbia la temperatura di 10°, per cui $t - \theta = 150°$. Ammetto altresì che, usando un camino ordinario, il fumo si scarichi ad una temperatura di circa 300°.

Per la (5) sarà in tal caso

$$c = 641 \,.\, 52$$

$$Q = 25 \,.\, c = 16038 \,.$$

Dalla tabella I si vede che, per il combustibile contemplato, a $T_f = 316$ corrisponde $E = 0{,}8$. Assumendo questo va-

lore, se si usa *un apparecchio senza circolazione*, si ha dalla tabella II

$$F = 16038 \times 0{,}000079 = 1^{mm},27,$$

ossia, in tal caso occorre un metro quadrato e ventisette decimetri quadrati di superficie totale di riscaldamento.

La stessa tabella poi, per lo stesso valore di E, dà

$$P = 5{,}85\ F = 7^{ch},43,$$

ossia, occorre il consumo di $7^{ch}.43$, di legna all'ora.

Se coi medesimi dati si volesse usare invece *un apparecchio complesso a circolazione reciproca*, si avrebbe dalla tabella III per E = 0,8

$$F''' = 16038 \times 0{,}000054 = 0^{mm},87$$

$$P = \frac{F'''}{0{,}1224} = 8{,}17\ F''' = 7^{ch},10.$$

Se invece si volesse, coll' apparecchio *complesso a circolazione reciproca,* usare la stessa estensione di superficie di riscaldamento che per l'apparecchio senza circolazione, la detta tabella III offrirebbe

$$Q = \frac{F'''}{0{,}000054} = 18518 \times 1{,}27 = 23517{,}86 \text{ calorie},$$

$$x = \frac{Q}{641{,}52} = 36{,}65 \text{ chilogrammi di vapore all'ora.}$$

$$P = \frac{F'''}{0{,}1224} = 8{,}17 \times 1{,}27 = 9{,}37$$ chilogrammi di combustibile all'ora.

Articolo IV.

Dei condotti del fumo.

§. 1. *Considerazioni generali*.

I numeri e le formole esposte negli articoli precedenti, offrono risultati e criterj teorici. In quelle ricerche si è sempre

supposto che dal focolajo allo scarico del fumo, tutto il calore ceduto da questi fosse trasmesso in caldaja, ossia, che non vi fossero cause estranee di perdita di calore. Ma queste cause in pratica esistono, e sono di due ordini, cioè: *a*) perdita del calore trasmesso attraverso le pareti del forno in muro, od attraverso le pareti esterne delle caldaje a focolajo interno; *b*) perdita del calore convertito in lavoro per vincere le resistenze al movimento del fumo dalla griglia allo scarico.

La prima di queste perdite può essere grandemente diminuita coi metodi noti. A generare la seconda si possono distinguere tre cause: 1) resistenza al movimento dell'aria attraverso il combustibile: 2) resistenza al movimento del fumo lungo il circuito: 3) influenza dei cambiamenti bruschi di velocità.

La prima di queste resistenze varia colla qualità, altezza e disposizione del combustibile sulla griglia. Si hanno su ciò norme pratiche, che non è dell'indole di questo lavoro il ricordare.

Rispetto ai cambiamenti bruschi di velocità per discontinuità di sezione, è mestieri avvertire, che quello che avviene alla luce ristretta nell'altare, producendo una compressione ed una intima mescolanza dei prodotti della combustione e dell'aria sfuggita ad essa, giova a completare la combustione stessa. Le altre variazioni discontinue di sezione dovranno essere evitate.

Circa il movimento del fumo, lungo il circuito di esse, è duopo innanzi tutto por mente il seguente

Principio: *Si dovranno,* in generale, *preferire i condotti che colla loro sezione normale abbraccino il maggior arco possibile di corrispondente sezione della caldaja, ai condotti che inchiudano un arco minore di sezione di caldaja, e prolunghino la loro circolazione intorno ad essa*, purchè si ottenga la occorrente superficie di riscaldamento.

È precisamente in opposizione a questo principio teorico, che d'ordinario si vede porre tanto studio a prolungare la circolazione del fumo in senso longitudinale, conducendolo e riconducendolo intorno alla caldaja, ed aggravando così le difficoltà e le spese di costruzione, di riparazione e di pulimento. Il più delle volte queste tormentate circolazioni non sono po-

ste in uso che, o per erronea convinzione, o per variare le forme già in uso, onde ottenere nuove patenti.

A conferma del detto principio stanno le seguenti premesse:

a) Le relazioni (36), capo I, per cui la quantità di calore trasmessa in caldaja dipende dall'estensione della superficie di riscaldamento, e non dalle sue dimensioni longitudinali;

b) La proposizione dimostrata nel § 2, art. III, capo I, circa l'influenza dei diversi tronchi di superficie di riscaldamento.

Si aggiungano ad esse le avvertenze seguenti:

c) Prolungando il circuito dei condotti esterni alla caldaja, in guisa che ciascun profilo trasversale di condotto abbracci una piccola porzione del profilo trasversale della caldaja, siccome l'area della sezione del condotto è determinata per una data prestazione del generatore; così si aumenta la parte estranea alla caldaja della superficie del condotto con cui viene a contatto il fumo, aumentando pure con ciò le cause di raffreddamento.

d) Nei circuiti curvilinei, il fumo, per l'azione della forza centrifuga, sfrega maggiormente contro quella parte di superficie del condotto che è più distante dalla caldaja, aumentandosi così la resistenza al movimento.

e) Siccome la pressione, favorendo il contatto del fumo colla superficie di riscaldamento, favorisce altresì la trasmissione del calore attraverso di essa; così nei circuiti curvilinei questa trasmissione diminuisce; perchè essendo il fumo spinto dalla forza centrifuga verso le parti più lontane dalla caldaja, resta minorata la di lui pressione contro di essa.

Il principio suddetto però non vuol essere inteso come regola assoluta, ma solo come criterio teorico da coordinarsi cogli altri nelle diverse circostanze.

Resta ora a discorrere *dell'ampiezza dei condotti*.

Fin quasi a questi ultimi tempi i pratici, senza darsi conto della ragione, hanno assegnato come regola, che l'area della sezione dei condotti del fumo sia costante ed eguale a quella della sezione del camino, nonchè alla somma degli spazj vuoti della griglia.

Alcuni ammisero invece, che la sezione del condotto debba

allargarsi di mano in mano che diminuisce la corrispondente temperatura del fumo; ciò che è manifestamente erroneo, perchè alla diminuita temperatura si aggiunge l'aumentata sezione come causa di diminuzione di velocità nel movimento del fumo. Che io sappia, fu il sig. Bède, professore a Liegi, il primo che, nel suo lavoro - *Sull' economia dei combustibili* - avvertì che, avendo la temperatura dei gas nei condotti pochissima influenza sulla tirata, la quale dipende specialmente dal camino, convenga prevenire ogni cambiamento di velocità, rendendo le sezioni dei condotti tanto più piccole quanto più i gas sono raffreddati. La teoria dinamica del calore viene a conferma di questa proposizione. Difatti, il volume dell'unità di massa di gas diminuisce naturalmente diminuendo la temperatura, ed affinchè essi occupino sempre il medesimo spazio compreso fra due sezioni equidistanti dei condotti, è necessario che una porzione del calore contenuto in essi sia consunto in *lavoro interno* fra le loro molecole. É alla forza viva consunta in questo lavoro interno che corrisponde la diminuzione di velocità.

Per diminuire le sezioni dei condotti, allontanandosi dal focolajo, il sig. Schintz (1) aveva proposti, per i forni di muro, i condotti a gradinata, improprj per due ragioni: 1.° che le diminuzioni di temperatura non sono proporzionali alle distanze dal focolajo; 2.° che ogni gradino genera un cambiamento brusco di sezione, e quindi di velocità. Il sig. Noeggerath (2), per il caso *dei sistemi senza circolazione*, determina un profilo longitudinale curvilineo che soddisfi alla condizione di conservare costante la velocità del fumo, in onta al raffreddamento di esso.

Riassumerò quest'indagine, estendendola a tutti e tre i sistemi di riscaldamento con quella generalità e quel rigore che ho procacciato di introdurre in tutto questo lavoro. Si presentano su ciò le seguenti quistioni:

a) Trovare la legge di variazione delle sezioni dei con-

(1) *Die Wärme Messkunst unt deren Andvendung*, etc. Stuttgard, 1858.

(2) *Ueber die Form der Feuerzüge unter Siedepfannen und Dampfkesseln. Civil Ingenieur*, 1860, S. 76.

dotti, affinchè si conservi costante la velocità dei gas che si muovono in essi.

b) Trovare l'espressione delle diverse frazioni del calore che i gas ricevono dal combustibile, le quali vengono consunte nel vincere le resistenze al moto entro i condotti nelle due ipotesi, *che i detti gas si muovano con velocità costante,* ovvero *entro condotti a sezione costante.*

c) Applicare i principj generali alla determinazione delle dimensioni dei condotti.

§ 2. *Legge della variazione delle sezioni dei condotti.*

Il profilo trasversale del condotto può considerarsi in due modi:

a) o chiuso fra due archi di linee parallele, di cui uno appartenga al profilo trasversale della caldaja, e due normali comuni ad essi archi;

b) o costituito da un quadrilatero mistilineo, generato da un arco del profilo della caldaja, che si muova in guisa che i punti di esso descrivano rette parallele nel suo piano.

Nel primo caso, denominando S un arco equidistante dai due dati, ρ la lunghezza della normale comune, è $S\rho$ l'area della sezione.

Nel secondo caso, denominando k la corda dell'arco che genera il quadrilatero, ρ la distanza fra le due posizioni estreme di questa corda, è $k\rho$ l'area della sezione.

Non si considerano le svariate forme di profili che sono usate in pratica, le quali il più spesso non fanno se non aumentare la superficie del condotto estranea alla caldaja.

Le forme da noi indicate sono le più convenienti pei condotti longitudinali *sottoposti* alle caldaje.

Nei condotti *laterali* qualche volta, converrà ai lati rettilinei sostituire porzioni di curve.

(*continua*)

DETERMINAZIONE DI UN APPARECCHIO FOTOGRAFICO ACROMATICO A TUTTE LE DISTANZE DELL' OGGETTO E FORMATO CON LA COMBINAZIONE DI DUE LENTI COMPOSTE, AMBEDUE DI FUOCO POSITIVO, OVVERO UNA DI FUOCO POSITIVO E L' ALTRA DI FUOCO NEGATIVO O VIRTUALE; NOTA DEL PROF. A FORTI.

1.

L' obbiettivo fotografico, specialmente da *ritratti*, è formato, come ognuno sa, di due lenti composte e collocate ad una certa distanza tra loro. La prima, cioè la più vicina all' oggetto, è dotata di un fuoco maggiore della seconda, e l' apertura di questa è resa all' uopo più o meno ristretta per mezzo di un diaframma che con semplice meccanismo s' introduce in un punto conveniente dell' apparecchio. Lo scopo di quest' ultima è di dare all' obbiettivo così composto un corto fuoco, il quale aggiungendo luce alla immagine, fa sì che essa si produca più prontamente, il che pei ritratti è condizione principalissima. I buoni apparati di questo genere che ho veduto e che vengono dalla Germania, appariscono costruiti in modo che l' acromatismo risulti dall' insieme delle loro parti; ond' è che io pure fui tentato da prima a calcolarne uno che fosse dotato di questa proprietà. Ma oltrechè le formule risultavano complicatissime ed il grado loro assai elevato, v' era per lo contrario la opinione autorevolissima emessa dall' illustre Prof. Mossotti nella sua *Teoria degli stromenti ottici*: essere cioè sempre preferibile di rendere aplanatica da sè ciascuna parte dell' apparecchio, anzichè soddisfare con l'insieme alle condizioni di acromatismo.

Facendo dunque tesoro di questa opinione, ho potuto con moltissima facilità applicare al caso che considero le formule di acromatismo ch' Egli espone nella pregevole sua Opera; imperciocchè io era così ridotto a dovere calcolare una sola lente acromatica. In quanto poi alla seconda lente che io poteva costruire con lo stesso numero di lenti della prima, ne avrei determinati i raggi di curvatura col semplice moltiplicare i corrispondenti di questa pel rapporto dei due fuochi, e ciò per

la proprietà che hanno i raggi di curvatura di una lente di essere proporzionali alla sua distanza focale principale.

Ma il carattere speciale che io mi era prefisso di dare all'apparato fotografico doveva consistere nel mantenersi acromatico a *tutte le distanze dell'oggetto*, il che mi si rendeva semplicissimo, sviluppando le equazioni suddette di acromatismo per le potenze successive di questa distanza, indi ponendo uguale allo zero ciascun coefficiente. È ciò appunto che feci e che forma il soggetto di questa Nota.

Prima di tutto dirò che ho potuto trascurare le equazioni di abberrazione cromatica, poichè gli stabilimenti fotografici essendo ora ricoperti di cristalli turchini, era inutile tenere di conto della refrangibilità degli altri colori.

Quest'uso è giustificato dal sapersi che i raggi forniti di azione chimica sono essenzialmente i turchini e i violetti ad essi più attigui, ed io stesso me ne sono accertato ricevendo lo spettro solare sopra una carta preparata per la fotografia. L'annerimento corrispondeva unicamente a quelle due frangie, ed anche esse dove contengono le linee nere di Fraunhofer facevano corrispondere sulla carta, linee bianche nitidissime. Solo era d'uopo introdurre nei calcoli in luogo dell'indice di refrazione media dei cristalli costituenti le lenti, quello della linea H di Fraunhofer che corrisponde al raggio violetto, o quello della linea che più gli si avvicina, potendosi trascurare le variazioni di refrangibilità dei raggi di esse due frangie posti alla destra e alla sinistra della linea H. Restava dunque che io soddisfacessi alle sole equazioni di sfericità, le quali sono sei (1).

Per non perdere tanta luce, ho supposto costruita la lente di sole due lenti sovrapposte, ma non ad immediato contatto fra loro per poter avere quattro raggi di curvatura da disporre invece di soli tre, e così soddisfare a quattro equazioni.

Trascurando le grossezze delle lenti e supponendo pure trascurabile la distanza reciproca di esse, ho trovato che sviluppando le equazioni per le potenze inverse della distanza H_0 dell'oggetto, le equazioni di *campo* ne sono indipendenti; la

(1) *Nuovo Cimento* Art. *Teoria degli stromenti ottici*, del Prof. O. F. Mossotti. Tomo VIII. 1858, pag. 75 e seg.

prima equazione di *apertura* la contiene alla prima e alla seconda potenza; la seconda equazione di apertura e la prima della *diedra* alla prima potenza soltanto e tuttociò *qualunque sia il numero delle lenti sovrapposte*. Di più, i coefficienti dell' $\frac{1}{H_0}$ della 1ª. equazione di apertura, *coincidono uno identicamente, l'altro assai prossimamente coi primi membri di tutte le altre equazioni di acromatismo di sfericità.* V' è coincidenza perfetta tra il coefficiente di $\frac{1}{H_0^2}$ della prima di apertura e il primo membro dell'equazione di campo e il coefficiente di $\frac{1}{H_0}$ della prima equazione diedra; piccola differenza se ne riscontra col coefficiente di $\frac{1}{H_0}$ della seconda equazione di apertura. La correzione da farsi al coefficiente di $\frac{1}{H_0}$ della prima equazione di apertura affine di renderlo identico alla parte indipendente dall'H_0 della seconda di apertura, e della prima equazione diedra è piccolissima, poichè è uguale ad un terzo della distanza inversa al quadrato del fuoco F_1 della lente composta. E questa correzione sarà ridotta anche più piccola, essendo fatta su di un complesso di termini che è moltiplicato per $\frac{1}{H_0}$, dove H_0 è relativamente assai grande, estendendosi a 12 o 14 metri per ritratti da *carte da visita* e limitandosi a circa 2 o 3 metri ove se ne volessero dei grandi. Nondimeno per convincermi che questa correzione necessaria a rendere i coefficienti dell' $\frac{1}{H_0}$ dello sviluppo della prima equazione di apertura identici ai primi membri di tutte le equazioni di acromatismo, benchè, come dissi, piccolissima, non avrebbe introdotto sensibili differenze nelle curvature risultanti dal calcolo di varie equazioni composte ciascuna di molti termini, ho rifatto da capo i calcoli, lasciando i coefficienti come sono ed ho ottenuto delle curvature affatto simili al primo caso. La seconda equazione di campo è soddisfatta da se, e la seconda equazione diedra, la quale non può mai soddisfarsi nel grado di approssimazione assunto poichè dà $\frac{1}{F_1} = 0$, è stata da me uti-

lizzata per determinare la distanza reciproca da darsi alle due lenti doppie dell' apparato fotografico; distanza che altrimenti sarebbe rimasta arbitraria.

Finalmente restando arbitrario il fuoco F_2 della seconda lente doppia, l' ho potuto determinare considerando l' intiero apparato come formante un sistema unico di due lenti a distanza, e quindi valendomi della relazione che lega questa distanza col fuoco F_1 della prima lente, con quello F_3 del sistema (ambedue arbitrarii) e col fuoco F_2 della seconda lente, il quale si trattava appunto di determinare. E qui annettendo nelle formule ad F_3 il segno $+$, io determinava con soluzioni idonee tutti gli elementi di un apparato fotografico per *ritratti*, e dandole il segno $-$, con lo scopo di ottenere delle grandi immagini acromatiche, ne ho determinato un secondo che a cognizione mia è affatto nuovo, il quale, dovrebbe servire molto bene specialmente per *vedute*.

Farò notare infine che le curvature della lente divergente saranno quelle stesse della convergente corrispondente del primo apparecchio, ma rivolte rispettivamente in verso contrario, come ho dimostrato in altro mio lavoro intorno un *Obbiettivo aplanatico composto di tre lenti a contatto*. (1).

In ambo gli apparati le curvature sono riuscite buonissime e così pure ogni altro elemento. Determinando col calcolo la distanza reciproca delle lenti semplici costituenti ciascuna lente doppia, essa è risultata quasi inapprezzabile, il che felicemente sta in accordo con l' ipotesi da me assunta nel calcolo.

Intanto resta dimostrato:

1°. Che l' acromatismo di campo di una lente è indipendente dalla distanza dell' oggetto.

2°. Che le sei equazioni di abberrazione sferica date dal sig. Prof. Mossotti (2), le quali sono state sin qui applicate all' acromatismo di una lente nella ipotesi che l' oggetto fosse posto ad una distanza infinita, la conservano sensibilmente tale anche per un oggetto vicinissimo.

Queste cose saranno meglio chiarite dalle equazioni seguenti:

(1) *Nuovo Cimento* fasc. Ott.-Nov. 1859, Tomo x.
(2) *Nuovo Cimento*, Tomo x.

2.

Sviluppo delle sei equazioni di abberrazione di sfericità per le potenze successive della distanza inversa dell' oggetto dalla prima lente obbiettiva.

Immagino la prima lente formata di due lenti sovrapposte, ma non ad esatto contatto tra loro, una di *crown* più vicina all'oggetto e l'altra di *flint*. Chiamo ρ_1 ; ρ_2 ; ρ_3; ρ_4 i quattro raggi incogniti di curvatura; a_1 l'indice di refrazione del crown; a_3 quello del flint; $v_1 = \frac{1}{a_1}$; $v_3 = \frac{1}{a_3}$; $m_1 = a_1 - 1$; $m_3 = a_3 - 1$; H_0 la distanza dell' oggetto dalla prima superficie della lente ; F_1 il fuoco principale di questa lente doppia. Facendo nelle sei equazioni di abberrazione sferica $n = 4$, poichè quattro sono le superficie da determinarsi, e sviluppandole per le potenze successive di $\frac{1}{H_0}$, si trovano, trattandosi di un medesimo mezzo che nel nostro caso è l' aria, e trascurando le grossezze e la distanza reciproca delle lenti, le seguenti equazioni:

Prima equazione di apertura.

$$\left.\begin{array}{l|l|l|l}
2v_1 P_1^{(1)2}\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right) & +3v_1 P_1^{(1)}\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right) & \frac{1}{H_0}+v_1\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right) & \frac{1}{H_0^2} \\
2\ P_3^{(1)2}\left(\frac{1}{\rho_2}-\frac{1}{\rho_3}\right) & +3\ P_3^{(1)}\left(\frac{1}{\rho_2}-\frac{1}{\rho_3}\right) & +\ \left(\frac{1}{\rho_2}-\frac{1}{\rho_3}\right) & \\
2v_3 P_5^{(1)2}\left(\frac{1}{\rho_3}-\frac{1}{\rho_4}\right) & +3v_3 P_5^{(1)}\left(\frac{1}{\rho_3}-\frac{1}{\rho_4}\right) & +v_3\left(\frac{1}{\rho_3}-\frac{1}{\rho_4}\right) & \\
2\ P_7^{(1)2}\frac{1}{\rho_4} & +3\ P_7^{(1)}\frac{1}{\rho_4} & +\ \frac{1}{\rho_4} & \\
P_7^{(1)3} & -2\ P_7^{(1)2} & -\ P_7^{(1)} & \\
n_1\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right)\left(\frac{1}{\rho_1^2}+\frac{1}{\rho_1}\frac{1}{\rho_2}+\frac{1}{\rho_2^2}\right) & & & \\
n_3\left(\frac{1}{\rho_3}-\frac{1}{\rho_4}\right)\left(\frac{1}{\rho_3^2}+\frac{1}{\rho_3}\frac{1}{\rho_4}+\frac{1}{\rho_4^2}\right) & & &
\end{array}\right\} = 0$$

Seconda equazione di apertura.

$$
(2)\quad
\left.\begin{array}{l}
v_1 P^{(1)}_1\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right)\\
+\ P^{(1)}_3\left(\frac{1}{\rho_2}-\frac{1}{\rho_3}\right)\\
+\,v_3 P^{(1)}_5\left(\frac{1}{\rho_3}-\frac{1}{\rho_4}\right)\\
+\ P^{(1)}_7\,\frac{1}{\rho_4}\\
-\ P^{(1)2}_7
\end{array}\right|
\left.\begin{array}{l}
+\,v_1\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right)\\
+\ \left(\frac{1}{\rho_2}-\frac{1}{\rho_3}\right)\\
+\,v_3\left(\frac{1}{\rho_3}-\frac{1}{\rho_4}\right)\\
+\ \frac{1}{\rho_4}\\
-\,2\,P^{(1)}_7-\frac{1}{\rho_1}
\end{array}\right|
\begin{array}{l}
\frac{1}{H_0}\\ \\ \\ \\ \\
\end{array}
=0
$$

Prima equazione diedra

$$
(3)\quad
\left.\begin{array}{l}
v_1 P^{(1)}_1\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right)\\
+\ P^{(1)}_3\left(\frac{1}{\rho_2}-\frac{1}{\rho_3}\right)\\
+\,v_3 P^{(1)}_5\left(\frac{1}{\rho_3}-\frac{1}{\rho_4}\right)\\
+\ P^{(1)}_7\,\frac{1}{\rho_4}\\
-\ P^{(1)2}_7
\end{array}\right|
\left.\begin{array}{l}
+\,v_1\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right)\\
+\ \left(\frac{1}{\rho_2}-\frac{1}{\rho_3}\right)\\
+\,v_3\left(\frac{1}{\rho_3}-\frac{1}{\rho_4}\right)\\
+\ \frac{1}{\rho_4}\\
-\ P^{(1)}_7
\end{array}\right|
\begin{array}{l}
\frac{1}{H_0}\\ \\ \\ \\ \\
\end{array}
=0
$$

Seconda eq. diedra

$$
(4)\quad P^{(1)}_7=0
$$

Prima equazione di campo

$$
(5)\quad
\begin{array}{l}
v_1\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right)\\
+\ \left(\frac{1}{\rho_2}-\frac{1}{\rho_3}\right)\\
+\,v_3\left(\frac{1}{\rho_3}-\frac{1}{\rho_4}\right)\\
+\ \frac{1}{\rho_4}\\
-\ P^{(1)}_7
\end{array}
=0
$$

Seconda equazione di campo

$$
(6)\quad 0=0
$$

dove nel grado di approssimazione assunto:

$$P_1^{(1)} = m_1 \frac{1}{\rho_1}$$

$$P_3^{(1)} = m_1 \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right)$$

$$P_5^{(1)} = m_1 \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right) + m_3 \frac{1}{\rho_3}$$

$$P_7^{(1)} = m_1 \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right) + m_3 \left(\frac{1}{\rho_3} - \frac{1}{\rho_4}\right).$$

Sicchè per i principi di ottica avremo:

(a) $$P_7^{(1)} = -\frac{1}{F_1}.$$

Se immaginiamo divisa la equazione (1) per 3, si vede che basta aggiungere al coefficiente di $\frac{1}{H_0}$ la quantità $-\frac{1}{3} P_7^{(1)2}$ per rendere questo coefficiente identico alla parte indipendente dall' $\frac{1}{H_0}$ delle equazioni (2) e (3). Il coefficiente dell' $\frac{1}{H_0^2}$ della (1) differisce pochissimo dal coefficiente di $\frac{1}{H_0}$ della (2) ed è invece identico al coefficiente dell' $\frac{1}{H_0}$ della (3) e al primo membro della (5). Ho fatta dunque quella piccola correzione ed ho spezzata la (1) in tre. Così la lente che otterrò sarà con moltissima approssimazione acromatica *a tutte le distanze dell' oggetto.* Nella equazione (5) di campo i termini che contenevano l' H_0 si sono distrutti tra loro; sicchè l' acromatismo di campo ne è indipendente; e l' equazione (6) si mantiene un' identità sintanto che il raggio di luce traversi sempre uno stesso mezzo, come è appunto il caso nostro.

Facendo le posizioni:

$$\text{(b)} \qquad \frac{F_1}{\rho_1} - \frac{F_1}{\rho_2} = \phi_1 \qquad \frac{F_1}{\rho_3} - \frac{F_1}{\rho_4} = \phi_3$$

e quindi

$$\text{(c)} \qquad \frac{F_1}{\rho_2} = \frac{F_1}{\rho_1} - \phi_1 \qquad \frac{F_1}{\rho_3} = \frac{F_1}{\rho_4} + \phi_3$$

le nostre equazioni saranno:

$$\text{(1)} \qquad (v_1 - 1)\,\phi_1 + (v_3 - 1)\,\phi_3 + \frac{F_1}{\rho_1} + 1 = 0$$

$$\text{(2)} \qquad m_1(v_1+1)\phi_1 \frac{F_1}{\rho_1} + m_3(v_3+1)\phi_3 \frac{F_1}{\rho_4} - m_1\phi_1^2 - m_1\phi_1\phi_3 - v_3\phi_3 - 1 = 0$$

$$\text{(3)} \left\{ \begin{array}{l} m_1(2v_1m_1-3)\phi_1\left(\frac{F_1}{\rho_1}\right)^2 + m_1(2m_1+3)\,\phi_1^2\frac{F_1}{\rho_1} - 2m_1^2\phi_1^3 - m_1\phi_1^3 + 2v_3\,\phi_3 \\ + m_3(2v_3m_3-3)\phi_3\left(\frac{F_1}{\rho_4}\right)^2 - m_3(2m_3+3)\,\phi_3^2\frac{F_1}{\rho_4} - 2m_1^2\phi_1^3\phi_3 - m_3\phi_3^3 + 1 \\ \qquad - 4m_3(v_3+1)\,\phi_3\,\frac{F_1}{\rho_4} \end{array} \right\} =$$

alle quali dovremo aggiungere la (a), che moltiplicata per F_1 si riduce per le posizioni (b);

$$\text{(4)} \qquad m_1\,\phi_1 + m_3\,\phi_3 + 1 = 0\,.$$

Queste ultime equazioni (1), (2), (3), (4), ci daranno i quattro raggi di curvatura.

Eliminando $\frac{F_1}{\rho_2}$; $\frac{F_1}{\rho_3}$ e ϕ_1 per mezzo delle (c) e la (4), le (1), (2), (3), diverranno:

$$\text{(1')} \qquad \frac{F_1}{\rho_1} = B + B_1\,\phi_3$$

(2') $$\phi_3 \frac{F_1}{\rho_4} = A + A_1 \phi_3 + A_2 \phi_3^2$$

') $$\left\{\begin{aligned} &(C + C_1\phi_3)\left(\frac{F_1}{\rho_1}\right)^2 + (D + D_1\phi_3 + D_2\phi_3^2)\frac{F_1}{\rho_1} \\ &+ C'_1\,\phi_3\left(\frac{F_1}{\rho_4}\right)^2 + \quad (D'_1\phi_3 + D'_2\phi_3^2)\frac{F_1}{\rho_4} + E\,\phi_3^3 + E_1\phi_3^2 + E_2\phi_3 + E_3 = 0 \end{aligned}\right.$$

dove ho posto per semplicità di scrittura

$$B = \frac{1}{m_1}(v_1 - m_1 - 1) \quad ; \quad B_1 = \frac{1}{m_1}\left\{m_3(v_1 - 1) - m_1(v_3 - 1)\right\}$$

$$A = \frac{v_1(v_1 - m_1)}{m_1 m_3 (v_3 + 1)} \;;\; A_1 = \frac{2m_3 v_1^2 - m_1 m_3 (v_1 + 1) - v_1 m_1 (v_3 - 1)}{m_1\, m_3\, (v_3 + 1)}\;;$$

$$A_2 = \frac{m_3\left(m_3 v_1^2 - m_1 v_1 (v_3 - 1) - v_3 m_1\right)}{m_1 m_3 (v_3 + 1)}$$

$$= 3 - 2v_1 m_1 \quad ; \; D = \frac{1}{m_1}(2\,m_1 + 3) \;;\; E = \frac{1}{m_1^2}\, m_3^3(2m_1 + 1) - m_3(2m_3 + 1)$$

$$= m_3(3 - 2v_1 m_1) \;;\; D_1 = \frac{1}{m_1}\, 2m_3(2m_1 + 3) \;;\; E_1 = \frac{1}{m_1^2}\, 3m_3^2(2m_1 + 1) - 4m_3$$

$$= m_3(2v_3 m_3 - 3) \;;\; D_2 = \frac{1}{m_1}\, m_3^2(2m_1 + 3) \;;\; E_2 = \frac{1}{m_1^2}\, 3m_3(2m_1 + 1) + 2v_3 - 2$$

$$D'_1 = -\,4m_3(v_3 + 1) \;;\; E_3 = \left(\frac{m_1 + 1}{m_1}\right)^2$$

$$D'_2 = -m_3(2m_3 + 3)\,,$$

Eliminando dalla (3') $\frac{F_1}{\rho_1}$; $\frac{F_1}{\rho_4}$ per mezzo della (1') e (2'), giungeremo ad un' equazione della forma

(d) $$P_4\,\phi_3^4 + P_3\,\phi_3^3 + P_2\,\phi_3^2 + P_1\,\phi_3 + P_0 = 0,$$

che è di quarto grado in ϕ_3. Per certi particolari cristalli, potrebbe dunque il problema che trattiamo non ammettere soluzione reale.

3.

Risoluzione numerica dell' equazione (d).

Avrei voluto impiegare nel calcolo di questo obbiettivo uno dei flint e dei crown, di cui Fraunhofer ha determinato tanto precisamente gl' indici delle sette linee principali; ma siccome questi cristalli sono ora piuttosto rari in commercio, ho fatto uso di due altri cristalli di Germania, dei quali il sig. Mertz valentissimo ottico di Monaco mi ha gentilmente indicato gl' indici delle tre linee principali C, D, E; e questi sono:

Crown-glass N°. III.	Flint-glass N°. XV.
$\frac{1}{v_c} = 1,526267$	$\frac{1}{v_c} = 1,631164$
$\frac{1}{v_d} = 1,528904$	$\frac{1}{v_d} = 1,636363$
$\frac{1}{v_e} = 1,532306$	$\frac{1}{v_e} = 1,643268$

ed ho fatto:

$$(\varkappa)\quad a_1 = \frac{1}{v_e} = 1,532306\,; \qquad (\varkappa')\quad a_2 = \frac{1}{v_e} = 1,643268$$

per accostarmi meglio alla frangia turchina.

Con questi dati l' equazione (d) divisa per P_4 si è ridotta:

$$(e)\quad \phi_2^4 + 0,501761\,\phi_2^3 - 3,302552\,\phi_2^2 + 14,474467\,\phi_2 - 0,326149 = 0$$

di cui due sono le radici reali, cioè

$$(f)\qquad \phi_2 = 0,022649 \quad ; \quad (f')\qquad (\phi_2)' = -3,093235\,;$$

e le altre due dovendo soddisfare alla equazione

$$\phi_2^2 - 2,568825\,\phi_2 + 4,655303 = 0\,,$$

sono immaginarie.

Per i valori (f) ricaviamo rispettivamente dalla (4),

(g) $\phi_1 = -1,905988$; (g') $(\phi_1)' = 1,859415$.

Di qui i due seguenti sistemi di curvature:

Primo sistema		*Secondo sistema* (*)
$\frac{\rho_1}{F_1} = -0,604867$		$\frac{\rho_1}{F_1} = -0,639005$
$\frac{\rho_2}{F_1} = +3,956761$		$\frac{\rho_2}{F_1} = -0,292026$
(h)		(h')
$\frac{\rho_3}{F_1} = +0,153072$		$\frac{\rho_3}{F_1} = -0,309045$
$\frac{\rho_4}{F_1} = +0,153604$		$\frac{\rho_4}{F_1} = -7,015771$

Il 1°. sistema di curvature non è idoneo, poichè ρ_2 e ρ_3 differiscono molto tra di loro, contro la supposizione da cui siamo partiti, che cioè la distanza reciproca delle due lenti fosse trascurabile. Il 2°. sistema invece è per questa stessa ragione e per la dolce curvatura delle superficie, perfettamente idoneo. La superficie quarta è quasi *piana*. La figura 1ª. dà un'idea della lente composta, che dovrà funzionare da primo obbiettivo.

Per avere una misura precisa della distanza reciproca delle due lenti nel 2°. sistema; sopra l'asse centrale della lente composta determino i centri C, C' della seconda superficie della prima lente e della prima superficie della seconda. Sia fig. 2. CR = R il raggio della prima di esse e C'R' = R' il raggio della seconda. Sia a = MP la semi apertura della lente e V e V' gli angoli che i raggi CM, C'M che vanno all'estremità M dell'apertura fanno con l'asse centrale. Avremo:

$$\text{Sen V} = \frac{a}{R} \qquad \text{Sen V}' = \frac{a}{R'}$$

$$\text{Cos V} = \frac{CP}{R} \qquad \text{Cos V}' = \frac{C'P}{R'}$$

(*) Il segno + indica *concavità* verso l'oggetto; il segno − *convessità*.

Seno-verso della 1ª. lente $= PR = R(1 - \text{Cos } V) = 2R \text{Sen}^2 \tfrac{1}{2} V$

« 2ª. « $= PR' = R'(1 - \text{Cos } V') = 2R' \text{Sen}^2 \tfrac{1}{2} V'$

$$PR' - PR = RR' = 2(R \text{Sen}^2 \tfrac{1}{2} V - R' \text{Sen}^2 \tfrac{1}{2} V').$$

Pongo, secondo si suol fare,

$$a = \tfrac{1}{8} \text{ del raggio minore,}$$

onde

$$a = \tfrac{1}{8} \times 0{,}292026 = 0{,}036503$$

ed

$$R = 0{,}309045 \quad , \quad R' = 0{,}292026 \,.$$

Avremo

$$RR' = 0{,}0001271 \,:$$

L' unità è F_1. Facendo $F_1 = 30$ pollici tedeschi, avremo:

$$RR' = \overset{\text{pol}}{0{,}003813} = \overset{\text{mm}}{0{,}1} \text{ circa} \,,$$

essendo 1 pollice tedesco $= \overset{\text{m}}{0{,}026342}$.

Senza la correzione che ho eseguita nel coefficiente di $\frac{1}{H_0}$ dell' equazione (1), cioè assumendo per equazioni da soddisfarsi quelle risultanti dalla (1) tal quale è spezzata in tre, sono pervenuto ad un' equazione di 4° grado, pochissimo differente dalla (e), la quale contiene due radici immaginarie; una reale non idonea e l' altra pure reale che somministra il sistema seguente di curvature:

$$(\beta) \qquad \begin{aligned} \frac{\rho_1}{F_1} &= - \ \ 0{,}632250 \\ \frac{\rho_2}{F_1} &= - \ \ 0{,}366540 \\ \frac{\rho_3}{F_1} &= - \ \ 0{,}405057 \\ \frac{\rho_4}{F_1} &= + \ 28{,}938413 \end{aligned}$$

Confrontando i sistemi (h') e (β), si vede che il primo raggio coincide quasi; l' ultimo, benchè di segno contrario, esprime ugualmente che la quarta superficie è sensibilmente piana; la seconda e la terza curvatura delle (h') hanno tra loro un rapporto 0,9 come presso a poco hanno tra loro le corrispondenti delle (β). Soltanto queste ultime hanno curvature un poco più dolci. La distanza reciproca delle superficie 2ª. e 3ª. del sistema (β) calcolata col processo precedente, verrebbe data da

$$RR' = \overset{\text{pol}}{0},008256 \ ,$$

cioè sarebbe un poco cresciuta.

Io ho preferito il sistema (h').

4.

Secondo obbiettivo della parte dell' immagine.

Ad una distanza che chiamerò h_4 dal primo obbiettivo che ho dianzi determinato, ne pongo un altro di fuoco principale F_2, il quale è affatto simile al primo così per le curvature come per le sostanze. Chiamando ρ_{1_2}; ρ_{2_2}; ρ_{3_2}; ρ_{4_2} i raggi delle superficie del secondo obbiettivo corrispondenti ai raggi ρ_1; ρ_2; ρ_3; ρ_4 del primo, avremo:

$$\rho_{1_2} = \rho_1 \frac{F_2}{F_1} \ ; \quad \rho_{2_2} = \rho_2 \frac{F_2}{F_1} \ ; \quad \rho_{3_2} = \rho_3 \frac{F_2}{F_1} \ ; \quad \rho_{4_2} = \rho_4 \frac{F_2}{F_1} \ .$$

Delle due indeterminate h_4, F_2 ne determinerò una nel modo seguente. Immagino l' apparecchio formato dal sistema di due lenti semplici poste alla distanza reciproca h_4; la prima di fuoco F_1; la seconda di fuoco F_2 e l' insieme loro di fuoco F_3.

Applico così la formula che lega insieme questi elementi che è

$$(\gamma) \qquad \frac{1}{F_3} = - \frac{-\frac{1}{F_1} - \frac{1}{F_2} + h_4 \frac{1}{F_1} \frac{1}{F_2}}{1 - h_4 \frac{1}{F_1}}$$

L' F_1 che si potrà porre uguale all' unità, dovrà avere un valore

assoluto da stare in relazione con l'apertura che si vuol dare al primo obbiettivo; l'F_3 poi è utile che sia piccolo ed assai inferiore ad F_1 affine di dare all'immagine prodotta dall'apparecchio la maggiore luce possibile.

Esempio.

$$(\gamma') \qquad F_1 = 30^{pol} \; ; \; F_2 = 24^{pol} \; ; \; F_3 = 12^{pol} \; .$$

Cerchiamo con questi dati il valore di h_1 distanza reciproca delle due lenti. Dalla (γ) si ha

$$(\delta) \qquad h_1 = \frac{\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} - \frac{1}{F_3}}{\frac{1}{F_1}\left(\frac{1}{F_2} - \frac{1}{F_3}\right)}$$

che dà

$$h_1 = 6 \text{ pollici}.$$

Quindi avremo:

$$(\mu)$$

Curvature della 1ª. lente	*Curvature della 2ª. lente*
$\rho_1 = -$ 19,170150 pol	$\rho_{1_2} = -$ 15,336120 pol
$\rho_2 = -$ 8,760780	$\rho_{2_2} = -$ 7,008624
$\rho_3 = -$ 9,271350	$\rho_{3_2} = -$ 7,417080
$\rho_4 = -$ 210,473130	$\rho_{4_2} = -$ 168,378504

La seconda lente avendo un fuoco di 24 pollici, non potrà sopportare un' apertura di 4 come la prima; con un diaframma che con semplice meccanismo si può abbassare o sollevare se ne lascerà libera una porzione $= 3\frac{1}{3}$ pollici. I raggi convergenti che emergono dalla prima lente, non investiranno che questa parte della seconda stante la loro distanza reciproca di 6 pollici.

5.

Ampiezza della immagine prodotta dall' apparecchio.

Chiamando Δ_0 la distanza di un punto dell' oggetto dalla prima superficie della prima lente ed y_0 la sua ordinata riferita all' asse centrale del sistema; Δ la sua distanza conjugata prodotta dall' intiero apparato considerato per semplicità come formato di due lenti semplici poste alla distanza reciproca h_1, ed y l' ordinata corrispondente, l' ampiezza dell' immagine la ricaveremo dalle due formule

$$\frac{1}{\Delta} = -\frac{Q^{(1)}_{2n-1}}{Q^{(1)}_{2n-2}} \quad ; \quad \frac{y}{\Delta} = -\frac{1}{Q^{(1)}_{2n-2}} \, \frac{y_0}{\Delta_0} \quad (*)$$

dove si è posto $v_n = v_0 = 1$ trattandosi sempre dell' indice di refrazione dell' aria e dove

$$Q^{(1)}_{2n-1} = P^{(1)}_{2n-1} + \frac{1}{\Delta_0} P^{(2)}_{2n-1} \quad ; \quad Q^{(1)}_{2n-2} = P^{(1)}_{2n-2} + \frac{1}{\Delta_0} P^{(2)}_{2n-2} \, .$$

Nel concetto stabilito essendo il numero delle superficie $n = 4$, avremo:

$$(\delta') \quad \frac{1}{\Delta} = -\frac{P^{(1)}_7 + \frac{1}{\Delta_0} P^{(2)}_7}{P^{(1)}_6 + \frac{1}{\Delta_0} P^{(2)}_6} \, ; \qquad (\delta'') \quad \frac{y}{\Delta} = -\frac{1}{Q^{(1)}_6} \, \frac{y_0}{\Delta_0}$$

da cui

$$(\epsilon) \qquad \Delta = -\frac{P^{(1)}_6 \Delta_0 + P^{(2)}_6}{P^{(1)}_7 \Delta_0 + P^{(2)}_7} \quad ; \quad (\epsilon') \quad \frac{y}{y_0} = -\frac{1}{Q^{(1)}_6} \, \frac{\Delta}{\Delta_0} \, .$$

Abbiamo pure

$$(\mathrm{i}) \quad \begin{aligned} P^{(1)}_7 &= -\frac{1}{F_1} - \frac{1}{F_2} + h_1 \frac{1}{F_1} \frac{1}{F_2} \quad ; \quad P^{(2)}_7 = 1 - h_1 \frac{1}{F_2} \; ; \\ P^{(1)}_6 &= 1 - h_1 \frac{1}{F_1} \quad ; \quad P^{(2)}_6 = h_1 \, . \end{aligned}$$

(*) Vedi *Teoria degli stromenti ottici* del Prof. O. F. Mossotti pag. 51; *Nuovo Cimento* Anno 1857, Tomo VI. pag. 279.

Prima di determinare l' ampiezza della immagine, cerchiamo a qual minima distanza ci è permesso di collocare l' oggetto per ottenere dall' apparecchio un fuoco conjugato positivo. A quest' uopo osservando che $P_6^{(1)}$; $P_6^{(2)}$; $P_7^{(2)}$ sono essenzialmente positivi e che $P_7^{(1)}$ è negativo, dovrà il denominatore della (ϵ) essere negativo affine di ottenere per Δ un valore positivo. Dovremo dunque avere:

$$\Delta_0 > \frac{P_7^{(2)}}{P_7^{(1)}},$$

ossia in valore assoluto (essendo la direzione di Δ_0 opposta a quella di Δ)

$$\Delta_0 > \frac{F_3 - h_4}{1 + (F_3 - h_4)}.$$

Supposti i dati precedenti, avremo, prendendo per unità 30 pollici,

$$F_1 = 1 \; ; \; F_2 = \tfrac{4}{5} \; ; \; F_3 = \tfrac{3}{5} \; ; \; h_4 = \tfrac{1}{5},$$

Quindi

$$P_7^{(1)} = -2 \; ; \; P_7^{(2)} = \tfrac{3}{4} \; ; \; P_6^{(1)} = \tfrac{4}{5} \; ; \; P_6^{(2)} = \tfrac{1}{5}$$

e però la (ϵ) ci darà

$$\Delta = - \frac{0{,}80\,\Delta_0 + 0{,}20}{-2{,}00\,\Delta_0 + 0{,}75}.$$

Qui ponendo successivamente per Δ_0 le distanze dalla prima lente a cui ci piace di collocare l' oggetto, ricaveremo i corrispondenti valori di Δ e quindi del rapporto $\frac{y}{y_0}$.

Facendo:

$$\Delta_0 = 11{,}\tfrac{1}{4}^{\text{pol}} \; ; \; = 30^{\text{pol}} \; ; \; = 120^{\text{pol}} \; ; \; = 480^{\text{pol}},$$

ossia

$$\Delta_0 = \tfrac{3}{8} \; ; \; = 1 \; ; \; = 4 \; ; \; = 16,$$

Per $\Delta_0 = \frac{3}{8}$	Per $\Delta_0 = 1$	Per $\Delta_0 = 4$	Per $\Delta_0 = 16$
$\Delta = \infty$;	$\Delta = 0,8$;	$\Delta = 0,468965$;	$\Delta = 0,416000$
	$\frac{\Delta}{\Delta_0} = 0,8$;	$\frac{\Delta}{\Delta_0} = 0,117241$;	$\frac{\Delta}{\Delta_0} = 0,026000$
	$Q_6^{(1)} = 1$;	$Q_6^{(1)} = \frac{17}{20}$	; $Q_6^{(1)} = \frac{65}{80}$
	$\frac{y}{y_0} = 0,8$;	$\frac{y}{y_0} = 0,137931$;	$\frac{y}{y_0} = 0,031999$

La distanza Δ_0 dell' oggetto dovrà dunque superare $11 \frac{1}{4}^{\text{pol}}$. Gl' ingrandimenti sono abbastanza soddisfacenti; alla distanza di 30 pollici la immagine avrebbe una grandezza $= \frac{4}{5}$ della naturale visibile; alla distanza di 120 sarebbe più di $\frac{1}{10}$; alla distanza di 480 pollici sarebbe più di tre centesimi. Passando da $\Delta_0 = 120^{\text{pol}}$ a $\Delta_0 = 480^{\text{pol}}$ il Δ non è cresciuto che di circa due pollici; per dei valori di Δ_0 da 480 in su, i Δ decrescerebbero di pochissimo, il che torna molto utile in fotografia trattandosi di ritratti di gruppi di persone ec.

Facciamo una seconda applicazione di dette formule pel caso di $F_3 = 10$ pollici, giacchè quanto più piccola è l' F_3 tanto più luce si accumula sull' immagine. Avremo dalla (δ)

$$h_4 = 12,857142^{\text{pol}} .$$

Quindi prendendo al solito 30^{pol} come unità si avrà:

$$F_1 = 1 \quad ; \quad F_2 = \frac{4}{5} \quad ; \quad F_3 = \frac{1}{3} \quad ; \quad h_4 = 0,42857 .$$

e per conseguenza:

$$P_7^{(1)} = -1,71429 \, ; \; P_7^{(2)} = 0,46429 \, ; \; P_6^{(1)} = 0,57143 \, ; \; P_6^{(2)} = 0,42857 .$$

Per cui la (ε) diverrà

$$\Delta = -\frac{0,57143 \; \Delta_0 + 0,42857}{-1,71429 \; \Delta_0 + 0,46429} ,$$

onde

Per $\Delta_0 = 0,27083$ Per $\Delta_0 = 1$ Per $\Delta_0 = 4$ Per $\Delta_0 = 16$

$\Delta = \infty$; $\Delta = 0,8$; $\Delta = 0,424580$; $\Delta = 0,354967$

$\frac{\Delta}{\Delta_0} = 0,8$; $\frac{\Delta}{\Delta_0} = 0,106145$; $\frac{\Delta}{\Delta_0} = 0,022185$

$Q_6^{(1)} = 1,0$; $Q_6^{(1)} = 0,678572$; $Q_6^{(1)} = 0,598215$

$\frac{y}{y_0} = 0,8$; $\frac{y}{y_0} = 0,156424$; $\frac{y}{y_0} = 0,037085$.

Confrontando questo risultato col precedente, si vede che accorciando anche di poco (2 pollici) il fuoco principale dell'apparecchio, si ha l'inconveniente di dovere ingrandire l'apparecchio stesso di molto, poichè la distanza h_4 delle due lenti si è più che raddoppiata. La grandezza delle immagini aumenta ed è permesso di avvicinare più di prima l'oggetto alla prima lente obbiettiva, poichè ora basta che $\Delta_0 > 8^{pol},2$. Alla distanza $\Delta_0 = 30$ pollici, il Δ e l'$\frac{y}{y_0}$ rimangono costanti qualunque sia il valore dell'F_8 e ciò perchè facendo $\Delta_0 = 1 = F_1$ il numeratore di (ε) diviene costantemente $= 1$ come pure il denominatore diviene $= - \frac{1}{F_3}$ che è costante.

6.

Determinazione della distanza reciproca h_4 dei due obbiettivi per mezzo della seconda equazione diedra.

La seconda equazione diedra non può mai verificarsi sintantochè si considerino nulle le grossezze delle lenti e le loro distanze reciproche. Io ho pensato di soddisfarla lasciando indeterminata l'h_4, distanza dei due obbiettivi, e considerando l'intiero sistema come composto di quattro lenti di cui sieno trascurabili le grossezze h_1, h_3, h_5, h_7 e le distanze h_2, h_6 tra la prima e la seconda; la terza e la quarta. I raggi di curvatura

saranno quelli già determinati (μ), dove l'unità è stata rappresentata con 30. Col detto concetto noi avremo:

$$n = 8\ ;\ p_2 = p_4 = p_6 = p_{10} = p_{12} = p_{14} = 0\ ;\ p_8 = h_4$$

$$p_1 + p_3 = m_1\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right);\ p_5 + p_7 = m_3\left(\frac{1}{\rho_3} - \frac{1}{\rho_4}\right)$$

$$p_9 + p_{11} = m_1\left(\frac{1}{\rho_{1_2}} - \frac{1}{\rho_{1_2}}\right) = m_1\left(\frac{1}{\rho_1 \frac{F_2}{F_1}} - \frac{1}{\rho_2 \frac{F_2}{F_1}}\right) = m_1\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right)\frac{F_1}{F_2}$$

$$p_{13} + p_{15} = m_3\left(\frac{1}{\rho_{3_2}} - \frac{1}{\rho_{4_2}}\right) = m_3\left(\frac{1}{\rho_3 \frac{F_2}{F_1}} - \frac{1}{\rho_4 \frac{F_2}{F_1}}\right) = m_3\left(\frac{1}{\rho_3} - \frac{1}{\rho_4}\right)\frac{F_1}{F_2}.$$

Quindi la seconda equazione diedra diviene, ponendo per semplicità $H_0 = \infty$,

$$Q_7^{(1)2}\, h_4 - Q_{15}^{(1)} = 0$$

ossia essendo,

$$Q_7^{(1)} = P_7^{(1)} + \frac{1}{H_0} P_7^{(2)} \qquad Q_{15}^{(1)} = P_{15}^{(1)} + \frac{1}{H_0} P_{15}^{(2)},$$

avremo,

$$P_7^{(1)2}\, h_4 - P_{15}^{(1)} = 0$$

Ma $P_7^{(1)} = -\frac{1}{F_1}$, dunque:

$$(\mu') \qquad h_4 = F_1^2\, P_{15}^{(1)}.$$

Ora nel grado di approssimazione assunto, abbiamo:

$$P_{15}^{(1)} = h_4(p_1 + p_3)\ \left((p_5 + p_7) + (p_9 + p_{11}) + (p_{13} + p_{15})\right)$$

$$+ (p_1 + p_3) + (p_5 + p_7) + (p_9 + p_{11}) + (p_{13} + p_{15})$$

$$= h_4 m_1\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right)\left\{m_3\left(\frac{1}{\rho_3} - \frac{1}{\rho_4}\right) + \frac{1}{F_2}\left[m_1\left(\frac{F_1}{\rho_1} - \frac{F_1}{\rho_2}\right) + m_3\left(\frac{F_1}{\rho_3} - \frac{F_1}{\rho_4}\right)\right]\right\}$$

$$+ m_1\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right) + m_3\left(\frac{1}{\rho_3} + \frac{1}{\rho_4}\right) + \frac{1}{F_2}\left\{m_1\left(\frac{F_1}{\rho_1} - \frac{F_1}{\rho_2}\right) + m_3\left(\frac{F_1}{\rho_3} - \frac{F_4}{\rho_4}\right)\right\}$$

Quindi introducendo le posizioni (b);

$$F_1^2\ P^{(1)}_{13} = h_4\, m_1\, \phi_1 \left\{ m_3\, \phi_3 + \frac{F_1}{F_2}\,(m_1\, \phi_1 + m_3\, \phi_3) \right\}$$

$$+ F_1\,(m_1\, \phi_1 + m_3\, \phi_3) + \frac{F_1^2}{F_2}\,(m_1\, \phi_1 + m_3\, \phi_3)\ .$$

Sostituendo in (μ') avremo, in virtù della (4)

$$h_4 = h_4\, m_1\, \phi_1 \left(m_3\, \phi_3 - \frac{F_1}{F_2} \right) - F_1 - \frac{F_1^2}{F_2}\ ,$$

da cui

$$(1)\quad h_4 \left(m_1\, m_3\, \phi_1\, \phi_3 - m_1\, \phi_1\, \frac{F_1}{F_2} - 1 \right) = F_1^2 \left(\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \right)$$

e simultaneamente

$$(2)\qquad h_4 = \frac{\dfrac{1}{F_1} + \dfrac{1}{F_2} - \dfrac{1}{F_3}}{\dfrac{1}{F_1}\left(\dfrac{1}{F_2} - \dfrac{1}{F_3} \right)}$$

Le ultime equazioni (1) (2) ci devono dare h_4 ed F_2. Sostituendo in (1) ad m_1, m_3, ϕ_1, ϕ_3 i valori loro desunti da (x), (x'), (s'), (g'), si ha,

$$(1')\quad h_4 \left(2{,}969438 + 0{,}989778\, \frac{F_1}{F_2} \right) = - F_1^2 \left(\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \right).$$

Facendo

$$F_1 = 1 \qquad\qquad F_3 = \frac{1}{\alpha}\ F_1\ ,$$

L' equazione (1') combinata con (2) ci darà:

$$(1'')\quad \frac{1}{F_2^2} + (2{,}492346 - \alpha)\frac{1}{F_2} + (1{,}492346 - 1{,}994915\ \alpha) = 0\ ,$$

la quale attribuendo all' arbitraria α un valore a piacere, ci darà l' F_2 e quindi per la (2) l' h_4.

L' α essendo essenzialmente positiva, l'equazione (1″) ci avverte che per ogni valore di α ne corrisponde uno per $\frac{1}{F_2}$, dunque dipendentemente da α, cioè da F_3, non può F_2 divenire nè massimo, nè minimo.

Il fuoco F_3 dell' apparato dovendo essere più piccolo che si può, e in pari tempo $< F_1$, sarà duopo per ottenere h_4 positivo ch' esso soddisfi alla relazione:

$$(m) \qquad \frac{1}{F_3} > \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2}\,.$$

Ora se noi risolviamo l' equazione (1″) attribuendo ad α dei valori che rendano F_3 una piccola frazione di F_1, noi troviamo sempre per F_2 dei valori che non soddisfacendo alla relazione (*m*) rendono l' h_4 negativo, ciò che non può essere. Concluderemo dunque che volendo soddisfare a tutte le equazioni di acromatismo nella costruzione dell'apparato fotografico da *ritratti*, non si può far uso per secondo obbiettivo di una lente di fuoco F_2 positivo dotata di curvature idonee. I due obbiettivi convergenti determinati dalle curvature (μ), soddisfano, come abbiamo veduto, a tutte le equazioni di acromatismo di sfericità tranne alla seconda della diedra, e quindi il fuoco F_2 del secondo obbiettivo è ivi rimasto arbitrario e gli si poterono dare tali valori che rendessero l' h_4 positivo e idoneo alla pratica.

V' è però un mezzo assai semplice onde soddisfare anche alla seconda equazione *diedra* che ho introdotta in calcolo nella maniera indicata; e questo consiste nel fare l' F_2 *negativa*, cioè costruendo per secondo obbiettivo una lente di fuoco virtuale. Questa posizione non ne altererà le curvature, le quali saranno sempre le (μ), ma soltanto rivolte in verso contrario.

7.

Sistema fotografico da ritratti avente per secondo obbiettivo una lente composta divergente.

Il primo obbiettivo di fuoco F_1 rimarrà il medesimo (μ). In quanto al secondo, dovendo esso avere il fuoco F_2 virtuale

determineremo questo F_2 e l' h_4 corrispondenti cangiando segno all'F_2 nelle due equazioni (2), (1″), le quali diverranno:

$$(1)\quad h_4 = \frac{\frac{1}{F_2} + \frac{1}{F_3} - \frac{1}{F_4}}{\frac{1}{F_4}\left(\frac{1}{F_2} + \frac{1}{F_3}\right)}, \qquad (2)\quad \frac{1}{F_2^{\,2}} + (\alpha - a)\frac{1}{F_2} + b - c\,\alpha = 0,$$

dove ho posto per brevità,

$$a = 2{,}492346 \;\; ; \;\; b = 1{,}492346 \;\; ; \;\; c = 1{,}994915.$$

Ne fo l' applicazione a cinque casi per comodo dei costruttori, seguitando ad assumere per *unità* l' F_1, che per un' apertura di 4 pollici può, come sopra ho avvertito, corrispondere a 30 pollici.

1°. Caso ; $\alpha = 4$; $F_3 = \frac{1}{2}$; $F_2 = 0{,}525650$

2°. Caso ; $\alpha = 3$; $F_3 = \frac{1}{3}$; $F_2 = 0{,}531676$

3°. Caso ; $\alpha = 2\frac{1}{2}$; $F_3 = \frac{2}{3}$; $F_2 = 0{,}536006$

4°. Caso ; $\alpha = 2$; $F_3 = \frac{1}{2}$; $F_2 = 0{,}541837$

5°. Caso ; $\alpha = 1\frac{2}{3}$; $F_3 = \frac{5}{3}$; $F_2 = 0{,}547020.$

I raggi di curvatura e l' h_4 che corrispondono a questi cinque casi, saranno:

	1°. *Caso*	2°. *Caso*	3°. *Caso*	4°. *Caso*	5°. *Caso*
$h_4 =$	0,830577	0,795117	0,770940	0,739961	0,713857
$\rho_{1_2} =$	+ 0,335893	+ 0,339744	+ 0,342510	+ 0,346236	+ 0,349547
$\rho_{2_2} =$	+ 0,153503	+ 0,155263	+ 0,156527	+ 0,158230	+ 0,159743
$\rho_{3_2} =$	+ 0,162449	+ 0,164312	+ 0,165650	+ 0,167452	+ 0,169053
$\rho_{4_2} =$	+ 3,687840	+ 3,730116	+ 3,760491	+ 3,801403	+ 3,837761

Da questo prospetto risulta che col secondo obbiettivo virtuale è cresciuta notevolmente la distanza reciproca dei due obbiettivi. Quest' inconveniente verrà, come vedremo, compensato da un ingrandimento assai maggiore d'immagine. Al crescere del fuoco F_3 dell' intiero apparato, cresce l' F_2 cioè quello del secondo obbiettivo e quindi si rendono sempre più dolci le quattro curvature delle superficie contenute nell' obbiettivo stesso.

Resta che calcoliamo gl' ingrandimenti corrispondenti a varie distanze dell' oggetto in ciascuno di questi cinque casi.

Intanto la figura 3. dà un'idea della lente divergente corrispondente al primo caso; quelle relative agli altriquattro, avrebbero le curvature un poco più dolci, ma ne differirebbero di poco.

Nel caso che consideriamo di F_2 negativa ed $n = 4$ le formule generali (i) divengono:

$$P_7^{(1)} = -\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} - h_4 \frac{1}{F_1}\frac{1}{F_2}; \quad P_6^{(1)} = 1 - h_4 \frac{1}{F_1}$$

$$P_7^{(2)} = 1 + h_4 \frac{1}{F_2}; \quad P_6^{(2)} = h_4; \quad \Delta = -\frac{\Delta_0 P_6^{(1)} + P_6^{(2)}}{\Delta_0 P_7^{(1)} + P_7^{(2)}}$$

Quindi

1°. *Caso.*

$F_1 = 1$; $F_2 = 0,525650$; $F_3 = \frac{1}{4}$ $h_4 = 0,830577$

$P_7^{(1)} = -0,677689$ $\quad P_6^{(1)} = 0,169423$

$P_7^{(2)} = +2,580094$ $\quad P_6^{(2)} = 0,830577$

$$\Delta = -\frac{0,169423\,\Delta_0 + 0,830577}{-0,677689\,\Delta_0 + 2,580094}.$$

Per $\Delta_0 = 5$	Per $\Delta_0 = 3,807194$	Per $\Delta_0 = 16$
$\Delta = 2,075450$	$\Delta = \infty$	$\Delta = 0,428582$
$\frac{\Delta}{\Delta_0} = 0,415090$		$\frac{\Delta}{\Delta_0} = 0,026786$
$Q_6^{(1)} = 0,335539$		$Q_6^{(1)} = 0,221334$
$\frac{y}{y_0} = 1,237084$		$\frac{y}{y_0} = 0,121021$

2°. *Caso.*

$$F_1 = 1\ ; \quad F_2 = 0{,}531676\ ; \quad F_3 = \tfrac{1}{5}\ ; \quad h_4 = 0{,}795117$$

$$P^{(1)}_7 = -\ 0{,}614647 \qquad\qquad P^{(1)}_6 = 0{,}204883$$

$$P^{(2)}_7 = +\ 2{,}495492 \qquad\qquad P^{(2)}_6 = 0{,}795117$$

$$\Delta = -\,\frac{0{,}204883\ \Delta_0 + 0{,}795117}{-\,0{,}614647\ \Delta_0 + 2{,}495492}\ .$$

Per $\Delta_0 = 5$	Per $\Delta_0 = 4{,}060043$	Per $\Delta_0 = 16$
$\Delta = 3{,}149380$	$\Delta = \infty$	$\Delta = 0{,}555023$
$\dfrac{\Delta}{\Delta_0} = 0{,}629876$		$\dfrac{\Delta}{\Delta_0} = 0{,}034689$
$Q^{(1)}_6 = 0{,}363906$		$Q^{(1)}_6 = 0{,}254578$
$\dfrac{y}{y_0} = 1{,}730875$		$\dfrac{y}{y_0} = 0{,}136261$

3°. *Caso.*

$$F_1 = 1\ ; \quad F_2 = 0{,}536005\ ; \quad F_3 = \tfrac{2}{5}\ ; \quad h_4 = 0{,}770939$$

$$P^{(1)}_7 = -\ 0{,}572652 \qquad\qquad P^{(1)}_6 = 0{,}229061$$

$$P^{(1)}_7 = +\ 2{,}438305 \qquad\qquad P^{(2)}_6 = 0{,}770939$$

$$\Delta = -\,\frac{0{,}229061\ \Delta_0 + 0{,}770939}{-\,0{,}572652\ \Delta_0 + 2{,}438305}\ .$$

Per $\Delta_0 = 5$	Per $\Delta_0 = 4{,}257917$	Per $\Delta_0 = 16$
$\Delta = 4{,}509288$	$\Delta = \infty$	$\Delta = 0{,}659701$
$\dfrac{\Delta}{\Delta_0} = 0{,}901857$		$\dfrac{\Delta}{\Delta_0} = 0{,}041231$
$Q^{(1)}_6 = 0{,}383248$		$Q^{(1)}_6 = 0{,}277244$
$\dfrac{y}{y_0} = 2{,}353200$		$\dfrac{y}{y_0} = 0{,}148717$

4°. *Caso.*

$F_1 = 1$; $F_2 = 0{,}541837$; $F_3 = \frac{1}{2}$; $h_4 = 0{,}739961$

$P^{(1)}_7 = -\ 0{,}520078$ $\qquad P^{(1)}_6 = 0{,}260039$

$P^{(2)}_7 = +\ 2{,}365652$ $\qquad P^{(2)}_6 = 0{,}739961$

$$\Delta = -\frac{0{,}260039\,\Delta_0 + 0{,}739961}{-\,0{,}520078\,\Delta_0 + 2{,}365652}.$$

Per $\Delta_0 = 5$	Per $\Delta_0 = 4{,}548649$	Per $\Delta_0 = 16$
$\Delta = 8{,}691206$	$\Delta = \infty$	$\Delta = 0{,}822854$
$\frac{\Delta}{\Delta_0} = 1{,}738241$		$\frac{\Delta}{\Delta_0} = 0{,}051428$
$Q^{(1)}_6 = 0{,}408031$		$Q^{(1)}_6 = 0{,}306286$
$\frac{y}{y_0} = 4{,}260070$		$\frac{y}{y_0} = 0{,}167908$

5°. *Caso.*

$F_1 = 1$; $F_2 = 0{,}547020$; $F_3 = \frac{3}{8}$; $h_4 = 0{,}713857$

$P^{(1)}_7 = -\ 0{,}476904$ $\qquad P^{(1)}_6 = 0{,}286143$

$P^{(2)}_7 = +\ 2{,}304998$ $\qquad P^{(2)}_6 = 0{,}713857$

$$\Delta = -\frac{0{,}286143\,\Delta_0 + 0{,}713857}{-\,0{,}476904\,\Delta_0 + 2{,}304998}.$$

Per $\Delta_0 = 5$	Per $\Delta_0 = 4{,}833253$	Per $\Delta_0 = 16$
$\Delta = 26{,}968286$	$\Delta = \infty$	$\Delta = 0{,}993743$
$\frac{\Delta}{\Delta_0} = 5{,}393657$		$\frac{\Delta}{\Delta_0} = 0{,}062109$
$Q^{(1)}_6 = 0{,}428914$		$Q^{(1)}_6 = 0{,}330759$
$\frac{y}{y_0} = 12{,}575148$		$\frac{y}{y_0} = 0{,}187777$

Da questo prospetto si vede che per non avere negativo il Δ, bisogna rendere tanto maggiore Δ_0 quanto più aumenta l'F_3, o in altri termini quanto più lungo è il fuoco principale dell'apparato, tanto meno ci è permesso di avvicinare l'oggetto alla prima lente. Al crescere di F_3 cresce il valore di F_2 e decresce quello di h_4, e questi valori rendendo sempre $P_7^{(1)}$ negativo e il numeratore del Δ sempre positivo come pure il $P_7^{(1)}$, la condizione a cui deve soddisfare Δ_0 perchè l'apparato abbia un fuoco positivo è che

$$\Delta_0 > \frac{F_2 + h_4}{(F_2 + h_4) - 1} .$$

Fatt'astrazione dell'inconveniente di Δ molto grande, l'apparato fornito del secondo obbiettivo negativo, darebbe dei *ritratti* e delle *vedute* di grandezza non comune e scevri di qualunque abberrazione di sfericità. La poca luce che acquista la immagine con questo sistema allorchè se ne voglia far uso per oggetti molto vicini, fa sì che in questo caso esso sia più idoneo per la riproduzione degli oggetti inanimati. Per uno stesso valore del fuoco F_3, al crescere di Δ_0 decresce Δ sino a divenire minimo per $\Delta_0 = \infty$ e $\frac{y}{y_0}$ impiccolisce corrispondentemente. Per dei valori di Δ_0 assai grandi, la Δ varia di pochissimo e la si può considerare come costante, ciò che è utilissimo nei ritratti di gruppi di persone ec.

8

Ampiezza della immagine di oggetti infinitamente lontani prodotta da ciascuno dei due apparati descritti, supposti dotati di un medesimo fuoco.

Quando l'oggetto è talmente lontano che la sua distanza si possa considerare come infinita, per avere l'ampiezza della sua immagine prodotta da ciascuno dei nostri due apparati fotografici, bisogna porre $\Delta_0 = \infty$ nell'equazione (ϵ), il che ridurrà Δ della forma

(p) $$\Delta = - \frac{P_6^{(1)}}{P_7^{(1)}} .$$

indi sostituire questo valore nell'equazione (ϵ') che si riduce

$$y = \frac{\Delta}{P_6^{(1)}} \quad \frac{y_0}{\Delta_0} \,, \tag{q}$$

e rammentarsi che $\frac{y_0}{\Delta_0}$ rappresenta il seno della metà dell'angolo visuale corrispondente al diametro apparente dell'oggetto situato alla distanza Δ_0. Determinando accuratamente questo angolo, ricaveremo per $\frac{y_0}{\Delta_0}$ anche nel caso che trattiamo un valore *finito* e quindi un corrispondente per y, il quale raddoppiato ci darà l'ampiezza della immagine che si forma al fuoco F_3 del sistema espressa in parti della distanza focale F_1 del primo obbiettivo stata assunta per unità. Ne farò l'applicazione al Sole ed alla Luna che sottendono un angolo visuale pressochè uguale, e che ha per medio valore 31'. Il prospetto seguente mostrerà anche in questo caso il vantaggio nell'amplificazione che si ottiene facendo uso dell'apparato dotato del secondo obbiettivo divergente piuttosto che dell'altro avente ambedue gli obbiettivi convergenti.

Apparato fotografico dotato di due obbiettivi composti ed ambedue di fuoco positivo.

Assumiamo i dati seguenti

$$F_1 = 1 \quad ; \quad F_2 = 0{,}8 \quad ; \quad F_3 = 0{,}4 \quad ; \quad h_1 = 0{,}2 \,.$$

Avremo

$$P_6^{(1)} = 1 - h_1 \frac{1}{F_1} = 0{,}8$$

$$P_7^{(1)} = -\frac{1}{F_1} - \frac{1}{F_2} + h_1 \frac{1}{F_1} \frac{1}{F_2} = -2{,}0 \,.$$

Quindi la (p) e la (q) diverranno

$$\Delta = 0{,}4$$

$$y = \frac{0{,}4}{0{,}8} \text{ Sen } 15',30'' = 0{,}0022544$$

Se al solito poniamo

$$F_1 = 30 \text{ pollici.}$$

$2y$ corrisponderà a circa $\frac{1}{7}$ di pollice. E questa sarà l'ampiezza cercata.

Apparato fotografico dotato di due obbiettivi composti, il primo di fuoco reale, il secondo di fuoco virtuale.

Assumiamo i dati seguenti:

$F_1 = 1$; $F_2 = 0{,}536006$; $F_3 = 0{,}4$; $h_1 = 0{,}770940.$

Avremo

$$P_6^{(1)} = 1 - h_1 \frac{1}{F_1} = 0{,}229060$$

$$P_7^{(1)} = -\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} - h_1 \frac{1}{F_1}\frac{1}{F_2} = -\ 0{,}572653$$

Quindi

$$\Delta = 0{,}4$$

$$y = \frac{0{,}40000}{0{,}22906} \text{ Sen } 15',30'' = 0{,}0078735,$$

che corrisponde a circa mezzo pollice per $2y$. Onde la immagine è grande più del triplo di quella ottenuta con l'altro apparato, *benchè dotato del medesimo fuoco.* Che il secondo apparato dovesse dare un ingrandimento maggiore del primo si vedeva anche a priori poichè, come si rileva dalla (q), per gli stessi valori di Δ e Δ_0 l'ingrandimento dipende dal coefficiente $\frac{1}{P_6^{(1)}}$ e questo è tanto maggiore quanto maggiore è l'h_1.

Spero che mi verrà dato in seguito di fare eseguire un saggio di ambedue i sistemi fotografici, per vedere confermato dalla esperienza quanto qui è risultato dal calcolo.

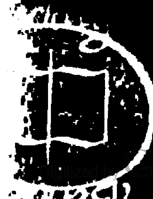
FINE DEL VOLUME XIV.

INDICE

MEMORIE ORIGINALI

TRADUZIONI ED ESTRATTI






U.C. BERKELEY LIBRARIES
C032822642

